Untersuchungen über die Metamorphose von Alcyonidium mytili.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der hohen philosophischen Fakultät

der Universität zu Rostock

vorgelegt von

Alfred Zschiesche

aus Breslau.

Naumburg a. S.
Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.).
1909.

Untersuchungen über die Metamorphose von Alcyonidium mytili.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der hohen philosophischen Fakultät

der Universität zu Rostock

vorgelegt von

Alfred Zschiesche
aus Breslau.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Naumburg a. S.
Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.).
1909.

Referent: Herr Prof. Dr. Will.

Abdruck
aus den
Zoologischen Jahrbüchern. Bd. 28. Abt. f. Anatomie. 1909.
Herausgegeben von Prof. Dr. J. W. Spengel in Gießen.
Verlag von Gustav Fischer, Jena.

Dem Andenken meines verstorbenen Lehrers

des

Herrn Prof. Dr. O. Seeliger

in Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551526_0173

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Nachdem Seeliger (33) in seiner Arbeit: „Über die Larven und Verwandtschaftsbeziehungen der Bryozoen“ die Morphologie und Histologie der Larve von *Alcyonidium mytili* genau festgestellt und Silbermann (35) in den „Untersuchungen über den feineren Bau von Alcyonidium mytili“ über die Organisation des ausgebildeten Tieres berichtet hat, ergab es sich als wünschenswert, auch die Verhältnisse klarzulegen, die zwischen diesen beiden Entwicklungsphasen gelegen sind, die Brücke gleichsam zwischen den zwei vorliegenden Arbeiten zu schlagen. Auf Anregung des Herrn Prof. Dr. Seeliger unternahm ich es gern, diese Aufgabe zu lösen, und will im Folgenden die Ergebnisse meiner hierüber angestellten Untersuchungen mitteilen.

Was zunächst die ältere Literatur anbetrifft, die sich mit unserer Bryozoe befaßt, so möchte ich nur kurz erwähnen, daß zuerst Dalyell (9) 1847 das Tier genauer untersuchte und ihm dabei den Namen, *Alcyonidium mytili*, erteilte. Einige Jahre vorher, 1844, erwähnt bereits Van Beneden (4) die Gattung *Alcyonidium* unter der von Farre herrührenden Genusbezeichnung *Halodactylus*. Hincks (12, 13) gibt dann kurze Zeit darauf eine Schilderung unserer

Larve und beschreibt hierbei auf ihrer ventralen Seite eine Öffnung, in der von Zeit zu Zeit ein besonderes Organ sichtbar wird, das Barrois (1) 1877 als Pharynx deutet. Diese letzte Arbeit interessiert besonders deshalb, weil sie meines Wissens die erste ist, die versucht, eine umfassende Darstellung der gesamten Entwicklung zu geben. Barrois geht in derselben von der Eifurchung aus; es folgt die Schilderung der Larve, ihre Festsetzung, Metamorphose und Koloniebildung. Seine Angaben werden von einer großen Anzahl sorgfältig ausgewählter Zeichnungen begleitet. Der Irrtum aber, den dieser Forscher schon bei der Deutung gewisser Larvenorgane begeht, läßt sich durch die ganze weitere Arbeit hindurch verfolgen. Ich komme an den betreffenden Stellen darauf zurück. Wenn ich nun auch Barrois mit meinen Ausführungen in vielen Punkten entgegentreten muß, so verdanke ich ihm doch manchen Hinweis, der mich zu eignen Beobachtungen und Untersuchungen angeregt hat.

Eine letzte Arbeit aus dem Jahre 1906 endlich rührt von Römer (31) her und befaßt sich neben *Bugula* hauptsächlich mit der Knospung, Degeneration und Regeneration von *Alcyonidium mytili*.

Wie nach Silbermann (35) die Angaben über die Histologie der ctenostomen Bryozoen den chilostomen gegenüber nur sehr spärlich vorhanden sind, so gilt fast das gleiche hinsichtlich der Metamorphose, wie ein Blick in die Literatur beweist.

Aus der Reihe der Chilostomata wird die Metamorphose von *Bugula* in fast allen Arbeiten von Barrois (1—3), ferner von Nitsche (21), Vigelius (36, 37), Calvet (5) behandelt, die von *Lepralia* ebenfalls von Barrois, Calvet, Repiachoff (30), Ostroumoff (25), während die Metamorphose von Cyphonautes außer durch Ostroumoff (26) neuerdings durch Kupelwieser (18) ihre Bearbeitung gefunden hat.

Was nun die Entwicklungsgeschichte und Metamorphose der marinen Ctenostomata anbelangt, so wäre außer der oben angegebenen Arbeit von Barrois über *Alcyonidium* (1877) noch die desselben Forschers über *Serialaria lendigera*, diejenige von Ehlers (11) über *Hypophorella expansa* (1876), Angaben von Ostroumoff (25) über *Vesicularia* 1886 und, wenn wir von den vergleichenden Studien Calvet's über die marinen Ectoprocten absehen, als letzte größere Arbeit die von Prouho (28) über *Flustrella hispida* (1890) zu erwähnen.

I. Technik.

Das in meiner Arbeit verwendete Material entstammt der Ostsee zwischen Warnemünde und Darser Ort und bestand ausschließlich aus geschlechtsreifen Kolonien, die auf Laminarien oder Fucus serratus saßen. Bekanntlich kommt ja *Alcyonidium mytili* auch auf *Mytilus edulis* vor, doch habe ich hiervon für meine Zwecke brauchbares Material nie erhalten.

Meine Züchtungen begann ich im Sommer 1906 und setzte sie mit kurzer Unterbrechung bis Anfang November desselben Jahres fort, während welcher Zeit ich stets geschlechtsreife Zoöcien mit entwickelten Embryonen geliefert bekam. Wenn mir auch die Wintermonate November und Dezember infolge stürmischer Witterung kein Material brachten, so konnte ich doch solches von Januar und Februar 1906 untersuchen, das von Herrn Prof. Dr. Will gezüchtet und mir in liebenswürdigster Weise von ihm zur Verfügung gestellt wurde. Meine eignen Züchtungen setzte ich dann Anfang Mai 1907 fort und betrieb dieselben bis Ende des Monats, wo ich sie abbrach, so daß die zur Untersuchung verwandten Stadien mit Ausnahme der beiden Wintermonate zu allen Jahreszeiten gesammelt wurden. Hieraus dürfte der Schluß zu ziehen sein, daß geschlechtsreife Individuen von *Alcyonidium mytili* fast das ganze Jahr hindurch vorkommen. Wenn mir die Fischer von Ende Mai bis Anfang August 1907 kein geeignetes Material nachliefern konnten, trotzdem dieselben Monate im Vorjahre die beste Ausbeute gebracht hatten, so lag dies wohl daran, daß im Mai 1907 nach verhältnismäßig kühlen Wochen plötzlich starke Hitze eintrat und die Entwicklung der Embryonen in den Mutterzoöcien daher außerordentlich rasch vor sich ging, was ein ungewöhnlich starkes Ausschwärmen der Larven zur Folge hatte.

Bezüglich der Geschlechtsreife hat Ehlers (11) bei *Hypophorella expansa* eine ähnliche Beobachtung gemacht, auf Grund welcher er zu der Überzeugung kommt, daß die Erzeugung entwicklungsfähiger Geschlechtsprodukte während der ganzen wärmern Jahreszeit stattfindet, wohingegen er über das Verhalten der Tiere in den Wintermonaten zu keinem Resultat gekommen ist.

Bei der künstlichen Eröffnung der Zoöcien konnte ich feststellen, daß meistens 2—3 Larven in je einem enthalten waren. Schnitte ergaben dann, daß häufig die in einem Zoöcium enthaltenen Larven fast auf gleicher Entwicklungsstufe standen, während in

andern Fällen wieder die eine Larve den übrigen in der Entwicklung weit voraus war.

Außer den Larven mit ihrer Umhüllung scheinen die Zoöcien noch ganz geringe Spuren einer flüssigen, etwas fadenziehenden Substanz einzuschließen. Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich annehme, daß es sich hier um die Restprodukte des ursprünglich das Zoöcium einnehmenden Polypids handelt, das jetzt zur Zeit der Eireife degeneriert, eine Detritusmasse darstellt, bestimmt, nach dem Ausschlüpfen der Larven dem sich regenerierenden jungen Polypid als Nahrung zu dienen. Ich erwähne diese Masse nur deshalb, weil sie bei der künstlichen Eröffnnung der Zoöcien meist mit austritt, infolge ihrer klebrigen Beschaffenheit den jungen Larven leicht anhaftet, dann aber häufig ihre Festsetzung beeinträchtigt, ja selbst, besonders wenn noch Schleimpartikelchen der Laminarien hinzukommen, direkt unmöglich macht. Wie ich mich zu überzeugen Gelegenheit hatte, bewirkt ferner dieses klebrige Substrat oft ein Aneinanderhaften zweier, ja selbst mehrerer Larven, woraus dann wieder Bildungen entstehen, die in etwas ältern Stadien unter Umständen, besonders nach Verschmelzung der trennenden Wände, entweder zu der Annahme Veranlassung geben können, es mit abnormen Bildungen zu tun zu haben, oder aber leicht zu Trugschlüssen über die Entstehung der Kolonien verleiten.

Bei meinen Züchtungen, die mir zum Studium der Festheftung der Larve und ihrer Metamorphose bis zur vollen Ausbildung des Polypids dienen sollten, bediente ich mich zunächst des von Prouho (28) vorgeschlagenen Verfahrens, das auch später Calvet (5) befolgt hat. Die Larven in den Aquarien einfach sich selbst zu überlassen, ohne ihnen besondere Anheftungsmöglichkeiten zu geben, wie es vielfach ältere Forscher getan haben, ist nicht empfehlenswert, da es bei der spätern Untersuchung zu große Schwierigkeiten macht, die festgesetzten Larven ohne Verletzung wieder abzulösen. Auch bietet die künstlich geschaffene Anheftungsfläche außer der Möglichkeit einer bessern Orientierung des Präparats auch dessen bequemere Behandlung, z. B. Färbung und Übertragung, und ferner die Möglichkeit, leicht größere Larvenmengen auf bestimmte Punkte hin in kürzerer Zeit als sonst zu durchmustern. Ich verfuhr nun ebenfalls in der Art, daß ich ein Stück der mit geschlechtsreifen Zoöcien besetzten Laminarien in einer großen Uhrschale mit Seewasser unter die Lupe nahm und mit Hilfe eines feinen Skalpells und der Nadel die Zoöcien vorsichtig zu eröffnen versuchte. Die dadurch in Frei-

heit gesetzten Larven tummelten sich dann bald lebhaft umher. Mittels einer Pipette brachte ich sie dann in besondere Aquarien, deren Salzgehalt entsprechend dem Tiefenwasser der Ostsee vor Warnemünde auf 1.015 % gebracht war und in denen mit Photoxylin überzogene Objektträger oder größere Glasplatten lagen. Die zu verwendenden Platten behandelte ich derart, daß ich sie zunächst mit absolutem Alkohol und Äther säuberte und dann mit einer möglichst dünnen Schicht von Photoxylin überzog. Nachdem dann die Platten lufttrocken geworden waren und jede Spur eines Geruches verloren hatten, brachte ich sie etwa 1—2 Stunden in Leitungswasser und dann erst in Seewasser. Ich wendete später statt der Photoxylinüberzüge solche von verdünntem Kollodium an, muß aber gestehen, daß die Photoxylinüberzüge sich in jeder Beziehung besser bewährten.

Ein anderes Verfahren, um die Larven nach der Festsetzung bequem zu verwenden, wurde mir von Herrn Prof. Will in Vorschlag gebracht und hat mir ebenfalls sehr gute Dienste geleistet. Ich überzog Objektträger und kleine Uhrschälchen mit Paraffin und verbrachte sie dann nach vorherigem gründlichen Wässern in die Aquarien. Die Larven setzten sich hier ebenfalls gut an, und später konnte das Paraffin mit den Larven in Form von kleinen Plättchen leicht mit dem Messer abgehoben werden, oder ich verbrauchte die Uhrschälchen mit den darauf befindlichen Larven selbst, ohne sie erst von ihnen wieder abzulösen. Hier bei der Paraffinmethode empfiehlt es sich, im Gegensatz zu dem Kollodium und Photoxylin, den Überzug eher etwas stärker zu wählen, da dann das Abheben der einzelnen Plättchen um so leichter gelingt und ein Zerbröckeln eher vermieden wird. Sollten derartige Präparate für Schnitte Verwendung finden, so brachte ich sie nach dem absoluten Alkohol in Cedernholzöl. Hierin fand bereits ein leichtes Auflösen des Paraffins statt. Bei der nun folgenden Einbettung in Paraffin lassen sich solche Larven, besonders nach vorheriger Färbung, außerordentlich gut orientieren, da hier die doch immer etwas störende Unterlage durch Lösung derselben beseitigt wird. Auch zu Totalpräparaten, bei denen die Lösung der Paraffinunterlage durch Xylol bewerkstelligt wird, sind so festgeheftete Larven natürlich vorzüglich zu verwenden.

Als Konservierungsmittel gebrauchte ich Formol in Seewasser (1 : 10), Sublimat-Essigsäure und die Flemming'sche Lösung. Letztere so gut sie auch konservierte habe ich später wegen der schwierigen

Färbbarkeit der Präparate nicht mehr benutzt. Alaunkarmin in konzentriertester Form und nach stundenlanger Einwirkung, ebenso die Färbung mit Heidenhain'schem Eisenhämatoxylin lieferten von mit Flemming'scher Lösung konservierten Larven Bilder, die wie ausgewaschen aussahen und an denen die Kerne nur mit stärksten Systemen zu erkennen waren. Meine schlechten Erfahrungen hiermit fand ich leider erst später durch eine Notiz in der Arbeit von Calvet bestätigt. Formol genügte als Konservierungsmittel nur zur Erzielung von Totalpräparaten und der Erhaltung der äußern Form, für Schnitte ist es ungeeignet.

Die besten Erfolge erhielt ich mit Sublimat-Essigsäure, die ich für derartige Objekte und Untersuchungen warm empfehlen kann. Die von mir verwendete Lösung hatte eine Zusammensetzung von

8 Teilen Sublimat
2 „ Essigsäure
90 „ Seewasser.

Auch Seeliger (32, 33) hat Sublimat-Essigsäure mit gutem Erfolge angewandt und spricht sich in seinen Arbeiten lobend über sie aus. Die mit Larven besetzten Photoxylinhäutchen wurden bereits im Aquarium von ihrer Unterlage gelöst, was sehr leicht gelingt, und dann in jene Konservierungsflüssigkeit gebracht, in der ich sie 25—30 Minuten beließ, um sie alsdann in mehrfach gewechseltem Leitungswasser auszuwaschen und in steigenden Alkohol zu überführen. Zur Färbung der Totalpräparate verwandte ich Alaunkarmin, für Schnittpräparate zunächst Hämatoxylin nach Delafield, die Doppelfärbung Hämatoxylin-Eosin, dann aber mit ganz besonderm Erfolge die vielfach in unserm Institut, und von Seeliger (33) auch für Bryozoen-Larven, angewandte Alaunkarmin-Färbung mit Nachfärbung in Orange G.

Die Schnittdicke betrug 5 μ.

II. Die schwärmende Larve und ihre Vorbereituug zur Festheftung.

Die Larven, einmal in die Aquarien verbracht, tummelten sich hier lebhaft umher. Das Schlagen der Cilien geht dabei so schnell und intensiv vor sich, daß es nicht gelingt, die einzelnen Phasen selbst mit dem Mikroskop zu verfolgen und festzustellen, ob das Schlagen gleichmäßig an der ganzen Zirkumferenz stattfindet. Nur mitunter, wenn bei einer scheinbaren Ermüdung diese Bewegungen

an Intensität nachlassen, kann man erkennen, daß jetzt die Cilien insgesamt regelmäßig von oben nach unten herabschlagen. Aber nur ein paar solcher langsamen Bewegungen erfolgen, im nächsten Augenblicke beginnt dieses rasende Spiel der Wimpern von neuem, und die Larve setzt ihre Bewegungen in bisheriger Weise fort. Hierbei scheint sie im allgemeinen kreisende Bahnen zu ziehen, und in solchen Kreisen senkt sie sich allmählich abwärts nach dem Boden des Gefäßes zu. Hiermit stimmt überein, daß die Larven sich vorzugsweise an den am Boden befindlichen Gegenständen festsetzen, denn Objektträger, die ich durch Korkstücke an der Oberfläche des Aquariums schwebend erhielt, wurden von keiner Larve als Anheftungspunkt benutzt.

Nitsche (21) behauptet bei seinen an *Bugula flabellata* ausgeführten Versuchen, daß die Larven sich dicht unterhalb der Wasserfläche an der dem Lichte zugewandten Seite des Glases festheften. Ich habe ähnliches bei *Alcyonidium* nicht gesehen. Ich stellte, um meine Larven daraufhin zu prüfen, die Gläser so, daß das Licht sie nur von einer Seite traf, und konnte dann sicher feststellen, daß eine Beeinflussung seitens des Lichtes nicht vorlag, die Larven also nicht lichtempfindlich waren, vielmehr an allen Teilen des Bodens, sowohl an der dem Lichte zugewandten wie an der abgewandten Seite, die Anheftung erfolgt war. Dieser Beobachtung von Nitsche bei *Bugula* steht eine andere Beobachtung von Vigelius (36), die ebenfalls an *Bugula*-Larven gemacht, gegenüber, wonach sich die Larven an allen Seiten des Zylinderglases, also nicht nur an der dem Lichte ausgesetzten Wand desselben, und zwar in verschiedenen Höhen unter dem Wasserspiegel, festsetzen sollen.

Über die ersten Lebenserscheinungen der freien Larven äußern sich Barrois (1), Vigelius (36), Prouho (28) und Calvet (5) in fast übereinstimmender Weise. So sagt Barrois, p. 121, von unserer *Alcyonidium mytili*: „Après avoir nagé pendant un certain temps, la face orale dirigée en bas, et le plumet ciliaire dirigé en avant, — les larves d'*Alcyonidium* ne tardent pas à se fixer.“

Es ist nun nicht möglich, einen genauen Zeitpunkt anzugeben, wie lange wohl das freie Larvenleben währt. Meine darüber angestellten Vergleiche ergaben bei verschiedenen Larven stets wechselnde Resultate. Calvet (5) erging es ähnlich: er meint, daß die Dauer des freien Larvenlebens bei den verschiedenen Arten eine stets wechselnde sei und selbst bei den Vertretern ein und derselben Kolonie unter denselben Lebensbedingungen variiere. Den Grund

hierfür zu ermitteln war ihm nicht möglich, doch nimmt er an, daß die Larven auf einem bald mehr bald weniger vorgeschrittenen Stadium ausschlüpfen und nun die letztern ihre Ausbildung während eines etwas längern, freien Larvenlebens vollenden, um sich dann erst anzuheften. Diese Annahme würde mit den von mir bei *Alcyonidium* konstatierten Tatsachen völlig übereinstimmen, denn die Larven wurden aus den im Sommer 1906 mir gelieferten Mutterzoöcien größtenteils erst künstlich zum Ausschlüpfen gebracht, und es ist daher ganz leicht verständlich, daß hierbei Larven von verschieden weit vorgerückter Entwicklungsstufe dem freien Leben im Wasser überantwortet wurden. Während dementsprechend ein Teil der Larven, kaum in das Aquarium eingesetzt, möglichst schnell, oft innerhalb weniger Minuten, sich anzuheften suchten, trieben sich andere stundenlang umher, fortwährend ihren Aufenthalt wechselnd.

Infolge dieser ungleichen Schwebeperiode ergaben sich dann auch wesentliche Unterschiede bei der gleichzeitig vorgenommenen Konservierung von Entwicklungsstadien, die durchaus zur gleichen Zeit in das Aquarium gesetzt worden waren. Während eine gewisse Anzahl Larven sich eben festgeheftet haben konnte, hatten andere die ersten Phasen der Entwicklung längst hinter sich. Es ist daher, wie auch Will bei seinen Züchtungen gefunden hat (persönliche Mitteilung), völlig überflüssig, das erzüchtete Material nach der Zeit, die vom Ausschlüpfen her verstrichen ist, nach Altersstufen zu ordnen, da diese Altersstufen doch alle ein verschiedenes Bild zeigen müßten. Wirkliche Altersstufen könnte man nur zusammenstellen, wenn man den Zeitpunkt der Anheftung zum Ausgangspunkt wählte, was aber in der Praxis wiederum undurchführbar ist, weil es bei den vielen im Kulturglase herumschwimmenden Larven kaum möglich sein dürfte, den Festheftungsmoment der einzelnen Larve festzustellen.

Ähnlich nun wie bei Barrois lauten die Angaben von Vigelius (36) für *Bugula*-Larven, p. 536: „Wenn die Larven sich zur Metamorphose anschicken, so fangen sie an, sich fortwährend in kreisförmigen Bahnen, manchmal abwechselnd von rechts nach links und von links nach rechts zu bewegen. Nachdem sie einige Zeit an einer Stelle verweilt haben, schwimmen sie plötzlich weiter und beginnen an einem anderen Orte dasselbe Spiel. Während dieser Bewegungen, welche von schwachen Kontraktionen des Körpers begleitet werden, wird das retractile Scheibenorgan soweit wie möglich ausgestülpt, sodaß seine unbeweglichen freien Haare deutlich sichtbar sind.

Dann erfolgt auf einmal eine starke Kontraktion des Körpers, wobei der Saugnapf nach außen umgestülpt und wahrscheinlich mittels der zugleich ausgetriebenen klebrigen Substanz gegen die Wand des Glases angedrückt wird."

Ob dieses Vorstrecken des Scheitelorgans lediglich als ein Kontraktionszustand aufzufassen ist oder der bessern Orientierung dient?

Auch bei *Alcyonidium*-Larven kann man während ihres Schwärmens häufig beobachten, daß plötzlich der dorsal von den Coronazellen gelegene Körperabschnitt sich emporwölbt, wobei dann die Ringfurche fast zum Verschwinden gebracht wird, während umgekehrt auch wieder dieser aborale Teil zeitweise ganz in das Innere des Larvenkörpers einzusinken scheint. Während dieser freien Zeit des Larvenlebens funktioniert das Dorsalganglion bei *Alcyonidium* zweifellos als Sinnesorgan, wobei es jedenfalls statischen Zwecken dient. Ich habe öfters bemerken können, daß meine Larven Drehbewegungen ausführten oder durch den Wimperschlag derartig gerichtet wurden, daß das aborale Körperende nach vorwärts zeigte und die Larven dann einige Augenblicke in dieser Stellung schwammen. Immer aber kehrten sie zu der ursprünglichen Lage zurück, in der das Scheitelorgan nach aufwärts, die orale Partie schräg abwärts und das sog. birnförmige Organ mehr nach vorn gerichtet war.

Auch Harmer (14) hat festgestellt, daß *Alcyonidium* immer mit dem birnförmigen Organ voran schwimmt, und Kupelwieser (18) spricht die Vermutung aus, daß dies im Gegensatz zum Cyphonautes möglicherweise auch bei allen andern darmlosen Larven der Fall sein wird, deren Bewegungen von vornherein nach dem Festsetzungsobjekt gerichtet sind. Auch bei den Entoprocten scheinen ähnliche Verhältnisse vorzuliegen. Hatschek (19) (l. c., p. 515) erwähnt für *Pedicellina* Folgendes: „Das Kittdrüsenende ist beim Schwimmen nach vorn gekehrt, und es scheint deshalb, daß der Kranz von Härchen als Tastorgan, namentlich bei der Festsetzung, diene." Die erste Behauptung Hatschek's ist zutreffend, während die zweite ein Irrtum war. Nach den Untersuchungen Seeliger's (33) kann kein Zweifel bestehen, daß das als Kittdrüse bei *Pedicellina* bezeichnete Gebilde ein Homologon zu dem Dorsalganglion (Scheitelorgan) der *Alcyonidium*-Larve ist, als wichtigste Elemente Ganglienzellen enthält und dann zur Orientierung im Raum während des freien Larvenlebens bestimmt sein wird. Die Bewegung bei *Pedicellina*-Larve erfolgt ähnlich wie bei Cyphonautes und im Gegensatz wieder zu *Alcyonidium* mit nach vorn gerichtetem Scheitelorgan. Durch dieses

merkwürdige Verhalten jener mit Darm ausgestatteten Larven ist man vielleicht, wie auch Kupelwieser andeutet, zu dem Schluß berechtigt, daß bei den Darmlosen, in unserm Falle bei *Alcyonidium*, gewisse Rückbildungsprozesse auch an diesem Dorsalganglion Platz gegriffen haben und daß dieses somit, seine Funktion als Sinnesorgan zugegeben, doch infolge des im allgemeinen kurzen, freien Larvenlebens teilweise seine ursprünglichen Funktionen aufgegeben hat, die dann von dem birnförmigen Organ übernommen werden.

Gerade zur Zeit, wo die Larve sich festsetzen will, spielt das ventrale Nervendrüsenorgan (birnförmige Organ vieler Autoren) seine für die ganze weitere Entwicklung so bedeutsame Rolle, indem es die Orientierung über die Beschaffenheit der Unterlage für die folgende Festsetzung vornimmt. Barrois (1) erwähnt von diesem Vorgange nichts; er schildert nach Obigem sofort Stadien, die sich auf bereits festgesetzte Larven beziehen. Ihm selbst war die Bedeutung des birnförmigen Organs noch völlig unbekannt geblieben, glaubte er doch hier den Eingang zu einem Verdauungstractus zu erblicken. Das von Barrois als Magen gedeutete Gebilde hat sich später als Vestibulum herausgestellt, aber erst die genauen histologischen Untersuchungen Seeliger's (33) haben über die wahre Natur des ventralen Nervendrüsenorgans Klarheit verschafft.

Bei *Alcyonidium*-Larven stellt hiernach das birnförmige Organ lediglich einen eigenartig differenzierten Teil der äußern Leibeswand dar, dessen histologischer Charakter darüber keinen Zweifel bestehen lassen kann, daß es sich um ein drüsiges und zugleich nervöses Organ handelt. Die das Organ selbst zusammensetzenden Elemente sind teils Nervenzellen, teils Drüsenzellen, und gerade dieses histologische Verhalten war es, was Seeliger veranlaßte, statt des „birnförmigen Organs" den mehr entsprechenden Namen „ventrales Nervendrüsenorgan" anzuwenden.

Auch Prouho verwendet bei *Flustrella* den Namen „organe piriforme". Recht zweifelhaft drückt er sich aber über dessen Funktion aus, wobei er sich nicht schlüssig werden kann, ob bei dem in Frage stehenden Gebilde die Drüsen es sind, die die Hauptrolle spielen, oder die nervösen Bestandteile, p. 434: „Est-ce une sécrétion de la part de la masse glandulaire? Est-ce un acte locomoteur peut-être directeur de la part du plumet et de la gouttière? Enfin lorsque vient le moment de la fixation, cet organe n'est-il pas chargé d'apprécier les conditions de la fixation et de choisir le support de la future colonie? Toutes ces hypothèses sont

permises; aucune affirmation n'est possible." Vigelius (36) endlich glaubt das ganze Organ als eine Drüse auffassen zu müssen, welche später bei der Ausbildung des Hautskelets tätig ist. Zwischen dieser Behauptung und seinen Angaben über die Metamorphose (37) besteht aber ein Widerspruch, denn hier läßt Vigelius die innern Larvenorgane einer Histolyse anheimfallen, und zu diesen gehört auch das birnförmige Organ.

Nach Kupelwieser endlich ist die Funktion des birnförmigen Organs bei Cyphonautes eine zweifache, einmal während der Schwebeperiode der Larve und zweitens bei der beginnenden Festsetzung. Den Schlag, den der Wimperschopf (sein „plumet") während der ersten Periode ausführt, deutet er als „Greifbewegung", um Nahrungspartikelchen zu erfassen, „zweifellos als Sinnesorgan funktioniert es jedoch unmittelbar vor dem Festsetzen". Bei diesem Akt konstatierte Kupelwieser die eigentümliche Tatsache, daß die Larven, der Unterlage dicht anliegend, kriechende Bewegungen auszuführen imstande sind. Während früher das Scheitelorgan vorgestreckt wurde, kriecht jetzt die Larve mit dem birnförmigen Organ voran und tastet dabei mit dem Wimperschopf ihre Umgebung ab, „und als Tastorgan", so schließt Kupelwieser diese Betrachtung, „haben wir das birnförmige Organ hier aufzufassen".

Ich muß, um die einzelnen Vorgänge bei *Alcyonidium* zu schildern, nochmals etwas zurückgreifen. Anfang des Sommers 1907 wurden mir neue Laminarienblätter zugestellt, die reichlich mit Mutterzoöcien besetzt waren. Ich ließ dieselben alsbald in unsere großen Ostseeaquarien verbringen, da ich vorläufig für sie keine Verwendung mehr hatte, und konnte nun schon nach einigen Tagen die überraschende Wahrnehmung machen, daß es in den oberflächlichen Wasserschichten von Larven geradezu wimmelte. Eine herausgenommene Probe zeigte die Larven fast alle von gleicher Größe und in munterer, lebhafter Bewegung. Ich schreibe das schnelle Ausschlüpfen der Larven dem Umstande zu, daß gerade in jenen Tagen hohe Temperatur herrschte und demgemäß auch das Wasser unseres Aquariums eine Temperatur hatte, die jene der tiefern Wasserschichten, in der *Alcyonidium mytili* gewöhnlich vorkommt, um einige Grade übertrifft. Die Larven hatten mich so der Mühe, sie künstlich zu befreien, oder des langen Wartens bis zum natürlichen Ausschlüpfen überhoben. Infolge dieses Reichtums an Material versuchte ich nun nochmals, gerade die allerjüngsten Festheftungsstadien zu erhalten und den Prozeß der Festsetzung selbst unter dem Mikroskop zu verfolgen.

Ich versah zu diesem Zwecke wieder mittelgroße Uhrschalen mit einem feinen Photoxylinüberzuge, behandelte sie weiter nach dem angegebenen Verfahren und füllte sie dann mit vorher gut durchlüftetem Seewasser. 2—3 Larven brachte ich nun in diese Schalen und verfolgte deren Bewegungen unter dem Mikroskop. Die Larven strudelten zunächst eine Zeitlang, etwa 10—15 Minuten, lebhaft umher, wobei sie meist kreisförmige Bahnen beschrieben. Das ventrale Nervendrüsenorgan ist hierbei derart gerichtet, daß es zu dem Boden des Gefäßes in spitzem Winkel steht. Ein leichtes Heben und Senken des oberhalb der Ringfurche gelegenen Körperabschnitts in der angegebenen Weise ist hierbei wahrzunehmen und auf Kontraktionen der dorsoventral ziehenden Muskelfasern zurückzuführen. Die Larven berühren nun ab und zu mit dem Nervendrüsenorgan den Boden, verweilen in schräg nach oben gerichteter Stellung hier einige Augenblicke, während welcher die Wimpern kräftig abwärts schlagen, dann erheben sie sich wieder und strudeln weiter.

Solch kriechende Bewegung, wie sie Cyphonautes auf der Unterlage ausführt, kommen bei *Alcyonidium* niemals vor. Ich konnte nun ebenso wie Seeliger (33) deutlich erkennen, daß, während die Larven den Boden berührten, eigentümliche, helle Kügelchen zwischen den Wimpern des birnförmigen Organs hin und her gerollt wurden, die aus der Tiefe der Grube zu kommen schienen. Die Bewegungen der Larven erscheinen nun bald etwas verändert, ich möchte sagen, fast taumelnd. Sie berühren häufiger den Boden des Glases und verweilen hier auch länger. Ob jetzt nun etwa mit Hilfe der erwähnten Kügelchen, die ein Produkt der hier befindlichen Drüsen darstellen, vielleicht eine Anheftung zwecks bessern Abtastens der Unterlage mit dem Wimperschopf erfolgt, konnte ich nicht mit Sicherheit feststellen. Hätte eine derartige Anheftung wirklich stattgefunden, so konnte dieselbe doch nur von ganz kurzer Dauer sein, denn schon im nächsten Augenblick erhebt sich die Larve wieder, um in einiger Entfernung von neuem den Boden zu berühren. Dieser ganze Vorgang dient einzig dazu, um den für die Anheftung geeigneten Platz auszuwählen. Es treten erst vereinzelt, dann häufiger kreisende Bewegungen um einen bestimmten Punkt auf, den sie nun öfters abtasten und der für die Festsetzung der geeignete zu sein scheint. Die Larve setzt sich endlich wirklich hier fest, wiederum mit Hilfe des ventralen Nervendrüsenorgans, ohne sich aber wieder zu erheben. Die Fixation kann nur mittels des Secrets der Drüsen des erwähnten Organs erfolgt sein. Die

Larve sitzt zunächst so, daß sie an dem einen Körperende, mit dem birnförmigen Organ, dem Boden des Glases leicht anliegt, während der ganze übrige Körper im Wasser noch schwebt, da während all dieser Zeit die Wimpern noch arbeiten und so ein fortwährendes leichtes Bewegen des freien Körperendes deutlich zu bemerken ist.

Auch Calvet (5) glaubt bei *Bugula sabatieri*, daß, nachdem die Larve einmal zur Ruhe gekommen ist, sie sich auf ihrer Unterlage mit Hilfe des Secrets des Drüsenorgans festhält.

III. Die definitive Festsetzung der Larve und ihre Umwandlung in das Cystid.

Barrois hat 1877 in bezug auf die Metamorphose von *Alcyonidium mytili* versucht, indem er die ausgesetzten Larven von Stunde zu Stunde beobachtete, gerade in die noch so unbekannten ersten Erscheinungen der Metamorphose Klarheit zu bringen. Das in seiner fig. 24 wiedergegebene Präparat hält er für das Verständnis dieser Vorgänge am geeignetsten, obwohl es bereits ein Alter von 1 Stunde hat. Seine Deutung muß jedoch vorsichtig aufgenommen werden, da sich hier wieder Barrois' Irrtum hinsichtlich der Erklärung gewisser Larvenorgane stark geltend macht. Manchen Ausführungen stehe ich an der Hand meiner Präparate zweifelnd gegenüber. So erwähnt Barrois unter andern Veränderungen p. 122: „La couronne ciliaire avait perdu ces cils, et ne présentait plus les limites de ces cellules.“ Daß die Corona durch Umkehrung in das Innere des neuen Körpers gelangt, hat Barrois später selbst erkannt. Stadien, die zwischen dieser fig. 24 und der noch frei herumschwimmenden Larve liegen, hat er jedoch nicht gesehen, und so sind ihm gewisse Umbildungen und Veränderungen, die ihm nun entgegentreten, nur durch Vermutungen erklärlich. Ich werde Gelegenheit nehmen, auf einige Stellen dieser Arbeit etwas näher einzugehen.

Ähnlich wie Barrois geht es aber auch andern Forschern. Auch ihnen fehlen häufig die ersten Stadien für Schnittuntersuchungen, und nur aus den Ergebnissen der darauf folgenden oder aus der Beobachtung der einzelnen Vorgänge am lebenden Tiere ist es ihnen möglich, Schlüsse auf die Einzelheiten zu ziehen. So äußert sich auch Calvet (5) p. 105 über diesen Punkt in bezug auf *Bugula*: „Die ersten Phasen der Metamorphose können genau nur an lebenden Larven verfolgt werden; die fixierenden Reagentien zerstören sehr häufig die Larve, wenn sie noch nicht das Cystidstadium erreicht hat, und man ist nach einigen fruchtlosen Versuchen gezwungen,

auf den Gebrauch von Schnitten zum Studium der ersten Bilder der Metamorphose zu verzichten.“ Seine Schnitte zeigen uns daher erst Stadien, die von Individuen 2 Stunden nach erfolgter Festsetzung stammen.

Glücklicher in dieser Beziehung waren Prouho (28) bei *Flustrella* und Ostroumoff (24) bei den cyclostomen Bryozoen. Letzterer schildert bei diesen ebenfalls die Ausstülpung des Vestibulums, dann im weitern das Umschlagen des Mantels und Verwachsen des untern Randes desselben mit der Basalplatte, die sich inzwischen aus dem Saugnapfe gebildet hat.

Ich gebe ganz unumwunden zu, daß gerade das Studium dieser ersten Veränderungen außerordentlichen Schwierigkeiten unterworfen ist und Mißerfolge nicht zu vermeiden sind. Nur durch die Menge des mir zur Verfügung stehenden Materials und die Bequemlichkeit der Untersuchungsart, die mir das angewandte Züchtungsverfahren bot, war es mir möglich, einige brauchbare Formen zu erhalten.

Dabei muß ich in teilweiser Übereinstimmung mit Calvet bemerken, daß, wenn auch das Totalpräparat sich oft als zufriedenstellend erweist, doch die betreffenden Schnitte sich häufig als unbrauchbar herausstellen oder aber ergaben, daß die Entwicklung tatsächlich weiter vorgeschritten war, als man bei äußerer Untersuchung annehmen konnte. Die zu Fehlresultaten führenden Konservierungsschwierigkeiten haben offenbar ihren Grund darin, daß bei diesen Festheftungsstadien alles in Fluß und in Umbildung, manche larvalen Organe und Gewebe bereits in Auflösung begriffen sind, und außerdem die mancherlei an der Oberfläche sich abspielenden Faltungsprozesse den Konservierungsflüssigkeiten auch Gelegenheit zu allerlei mechanischen Insulten geben. Die Schwierigkeiten der zeichnerischen Wiedergabe solcher Schnitte sind ebenfalls keine geringen, und daher ging mein Bestreben dahin, einmal nur die bestkonservierten Schnittserien zur Abbildung heranzuziehen und diese ohne jede Schematisierung möglichst getreu nach dem Präparat zur Anschauung zu bringen.

In einzelnen Zeichnungen, wie z. B. in Fig. 57, kommen dadurch auch gewisse Merkmale, die nur durch die Art der Konservierung hervorgebracht sind, zum Ausdruck.

a) Die Ausstülpung des Vestibulums.

Nachdem unsere Larve den für ihre Anheftung geeigneten Platz aufgefunden hat, treten an ihr von Zeit zu Zeit heftige Kontraktionen auf, die den ganzen Körper in seiner Form verändern.

Während bei dieser Muskeltätigkeit die Wimpern noch schlagen, tritt nach Ablauf des Kontraktionszustandes ein Stillstand in ihren Bewegungen ein. Die Larve liegt völlig unbeweglich da. Bald setzen aber die Kontraktionen wieder ein und nehmen nun an Heftigkeit mehr und mehr zu. Hierbei kommt es jetzt zur Ausstülpung des Vestibulums, das seinerseits die weitere und innigere Anheftung an der Unterlage übernimmt. Ist dies geschehen, so hören auch die Cilien auf zu schlagen, die Kontraktionen brechen plötzlich ab, und der Prozeß der Festsetzung scheint beendet.

Eine Frage drängt sich hierbei sofort auf: in welchem Zusammenhange steht die Ausstülpung des Vestibulums mit den Muskelkontraktionen, oder welches sind die eigentlichen Gründe für diesen Vorgang? Bei Durchsicht der einschlägigen Literatur habe ich irgendwelche Angaben, die sich mit der Lösung dieses Rätsels befassen, nirgends gefunden; sämtliche Autoren begnügen sich mit der Tatsache, feststellen zu können, daß das Vestibulum ausgestülpt wird und später sich zu einer Platte verbreitert, die die definitive Festheftung bewirkt. Und in der Tat ist es auch nicht möglich, eine direkte Antwort auf die Frage zu erteilen, sondern nur aus der anatomischen Beschaffenheit der Larve vor und nach ihrem Festhaften Schlüsse auf den physiologischen Vorgange hierbei zu ziehen. Mit wenigen Worten geht Calvet (p. 105) über den ganzen Prozeß hinweg: „On ne tarde pas alors à assister à la dévagination du sac interne, formant un disque courtement pédiculé par lequel la larve adhère fortement à la surface contre laquelle elle s'est fixée. Le sac interne constitue la plaque adhésive."

Kupelwieser (18) ist es wieder, der sich bemüht, in einem besondern Kapitel „Mechanik des Festsetzens" den Vorgang bei Cyphonautes klarzustellen. Drei Akte sind es nach ihm, die sich innerhalb sehr kurzer Zeit abspielen:

1. Eine maximale Kontraktion aller inserierenden Muskeln, wodurch auch das birnförmige Organ und die Corona zurückgezogen werden, 2. Ausbreitung des Saugnapfes zu einer membrandünnen Platte und 3. Zugwirkung des Saugmuskels, wodurch dann zwischen Anheftungsplatte und Unterlage ein luftverdünnter Raum hergestellt wird, welcher das weitere Festhalten der Larve verbürgt. Die erste Fixation des ausgebreiteten Saugnapfes geschieht aber nach Kupelwieser, wenn ich ihn recht verstehe, mit Hilfe eines klebrigen Secrets, das das Produkt gewisser Zellen dieses Organs ist und auf seinen Larvenabbildungen auch zum Ausdruck kommt.

Zu einer ähnlichen Ansicht, die auch Korschelt u. Heider (15) sich angeeignet haben, ist Vigelius (36) bei *Bugula*-Larven gelangt. Dort, wo das Vestibulum (Saugnapf) mit dem Epiblast zusammenhängt, verlieren die Zellen ihre scharfen Umrisse, um mit einer körnigen Masse zu verschmelzen. Letztere vermittelt später wahrscheinlich die Anheftung des Saugnapfes an der Unterlage. Was die Ausbreitung der Saugnapfzellen endlich selbst anbetrifft, so nimmt Kupelwieser an, daß durch Zerreißen gewisser Muskelfasern rein mechanische Spannungen in den Zellen frei werden und daß dieser ganze Vorgang möglicherweise auf gewisse Nervenreize zurückzuführen sei, da Präparate eine Innervation der Saugnapfzellen ergaben.

Bei *Alcyonidium* müssen, durch die anatomischen Verhältnisse bedingt, die Vorgänge anders liegen, denn einmal kommt hier ein Saugmuskel, wie ihn etwa Cyphonautes besitzt, nicht vor, und ebensowenig besitzt das Vestibulum in seinen Wänden drüsige Elemente, die irgend ein zur Festheftung dienendes, klebriges Secret lieferten. In seiner histologischen Beschreibung der Vestibularzellen erwähnt Seeliger (33) nichts von derartigen Zellen oder einer Umbildung zu Secretstoffen, und ebenso ist ihm eine Innervation des betreffenden Organs nicht bekannt. Das Vestibulum stellt bei unserer Larve ein in dorsoventraler Richtung etwas zusammengedrücktes, unbewegliches Organ dar, das den ganzen ventralen Abschnitt des Larvenkörpers mit Ausnahme seiner vordersten Region ausfüllt. Beigegebenes Schema Fig. A zeigt im wesentlichen alle Larvenorgane. Die eingezeichneten Pfeile sollen die Richtung angeben, in der die Muskelkontraktion verläuft. Daß diese in der angegebenen Weise vor sich geht, ergab sich mir als Schluß aus Vergleichen zwischen den Abbildungen Seeliger's über den Bau der Larve und den so merkwürdigen Bewegungen und Zuckungen, die das zur Anheftung sich anschickende Tier unter dem Mikroskop zeigte. Die dorsoventral ziehenden Fasern (im Schema nur eine angegeben) verbinden die Dorsalscheibe mit dem Grunde der Wimpergrube, während die Horizontalmuskeln sich zwischen der Ringfurche ausspannen. Durch die Kontraktion der erstern kommt es zum Heben und Senken der obern dorsal der Ringfurche gelegenen Körperpartie, durch die Kontraktionen der Horizontalmuskeln, die teils Längs-, teils Transversalmuskeln darstellen, zu Formveränderungen des gesamten Larvenkörpers. Nun ist aber zu beachten, daß bei jeder Muskelkontraktion eine Veränderung des Körperumfanges stattfindet und gleichzeitig mit jeder

Zusammenziehung eine Steigerung des Druckes im Innern verbunden ist. Denkt man sich in dem Schema die eine oder die andere Muskelgruppe in Tätigkeit, so werden die gegenüberliegenden Seiten einander genähert, der Innenraum des Körpers dadurch verengert, damit aber eine Kraft erzeugt, die nun einen gleichmäßigen Druck auf alle Seiten ausübt. Diese aufgespeicherte Kraft wechselt, steigt und fällt je nach der Größe der Kontraktionen. Wie erwähnt, nehmen letztere an Mächtigkeit bis zur definitiven Anheftung mehr und mehr zu. Der im Innern anwachsende Druck sucht sich nun irgendwo in Aktion umzusetzen, findet aber an den Körperwänden ein gewisses Gegengewicht, indem diese Wände durch die an ihnen sich inserierenden Muskelfasern, die ja andrerseits auch wieder selbst die Erzeuger dieser Kraft sind, unveränderlich in ihrer Lage

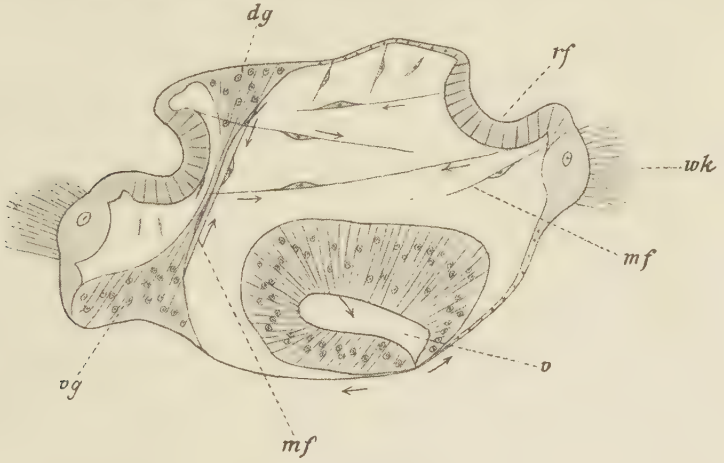


Fig. A.

Schematische Darstellung einer freischwimmenden *Alcyonidium*-Larve nach O. Seeliger mit eingezeichneten Muskelfasern.
mf Muskelfasern. *rf* Ringfurche. *wk* Wimperkranz. *dg* Dorsalganglion. *vg* Ventralganglion. *v* Vestibulum.

erhalten werden. Es ist also demgemäß an diesen Teilen des Körpers völlig ausgeschlossen, daß irgendwelche Veränderungen eintreten können. Der einzige Punkt, wo die Wirkung der Kraft zum Ausdruck kommen kann, ist die obere Wand des Vestibulums. Die Wirkung der sich zwischen Ringfurche und Atrialbasis ausspannenden Muskelfasern, die etwa bei diesem Prozeß als Antagonisten auftreten würden, scheint gegenüber den übrigen großen Körpermuskeln von verschwindender Bedeutung zu sein. Angenommen

nun, die Kontraktionen erreichen einen derartigen Grad, daß der Innendruck bei weitem jene Kraft übersteigt, durch welche normalerweise das Vestibulum sich in seiner Lage erhält, so wird als Folgeerscheinung zunächst eine Vorwölbung der obern Vestibularwand nach unten und schließlich eine totale Umstülpung resp. Ausstülpung dieses Organs eintreten.

Die Pfeile in Fig. A deuten die Richtung an, in der die einzelnen Punkte des Vestibulums sich in diesem Prozeß bewegen.

Die Ausstülpung des Vestibulums spielt sich in ähnlicher Weise ab wie an einem Gummiball, dessen eine Seite durch äußern Druck eine beulenartige Einstülpung erfahren hat, die man durch einen von außen mit der Hand auf den Ball ausgeübten Druck wieder zur Ausstülpung bringen kann. Statt des in diesem Beispiel angewandten äußern Druckes wirkt bei unserer *Alcyonidium*-Larve der Druck von innen.

Wie geschieht aber nun mit Hilfe des ausgestülpten Vestibulums die endgültige Befestigung an der Unterlage? Zwei Möglichkeiten liegen vor, die beide in rein mechanischem Sinne die Frage zu lösen scheinen. Man betrachte Fig. A. Während hier die obere Wandung nach außen zu gewendet wird, weichen die untern Wandteile seitlich aus, so daß man füglich nicht nur von Ausstülpung, sondern geradezu von einer Umstülpung reden kann. Am vollendetsten zeigt sich dieser Vorgang in dem Totalpräparat Fig. 2, in dem die ganze Larve eine petschaftförmige Gestalt angenommen hat. Der Larvenkörper bildet den Griff, die flächenhaft der Unterlage angepreßte Hauptmasse des Vestibulums die Druckfläche, die in der Larve ventral gelegenen Teile des Vestibulums den verbindenden Stiel des Petschafts.

Fig. 1 zeigt ferner, wie das Vestibulum, indem es aus der Tiefe des Larvenkörpers hervortritt, sich gleichsam auf der Unterlage ausrollt, so daß man sich leicht ein etwas älteres Bild dieser Larve vorstellen kann. Das Vestibulum legt sich, sich auf der Unterlage vorschiebend, ihr ohne einen Zwischenraum an. Unterstützt wird dieses Verhalten noch dadurch, daß die weiche Beschaffenheit der Zellen sich der Form der Unterlage natürlich in jeder Weise anzupassen imstande ist. Die Anheftung findet also lediglich mechanisch durch Adhäsion statt, und es ist daher das Bestreben der Larven erklärlich, möglichst glatte Anheftungsflächen aufzusuchen.

Es wird nach Ausstülpung des Vestibulums jener Teil gebildet (*Ap*, Fig. 3, 4, 10 u. 11), der von den Autoren als Anheftungsplatte (plaque adhésive) bezeichnet wird, ein Name, der nach dem Zweck,

welchem jener Teil dienen soll, gebildet ist. Man muß nun annehmen, daß nach erfolgter Ausstülpung in den einzelnen Vestibularzellen, die vorher in der freien Larve an manchen Stellen wie ineinandergekeilt aussahen, mechanische Spannungen frei werden und sie so zu dieser Ausdehnung befähigen. Betrachtet man nämlich die Totalpräparate Fig. 3, 4, 10 u. 11, so sieht man, daß der Umfang der Anheftungsplatte (*Ap*) dem des ehemaligen obern Larvenabschnitts ganz entspricht, und fernerhin ist die Ausdehnung dieser Platte sogar bestimmend für die Ausdehnung und den Umfang des spätern Körpers. Die Platte in den beiden Abbildungen Fig. 3 u. 4 besitzt noch beträchtliche Dicke, während mit der weitern Ausbreitung diese dann mehr und mehr abnimmt. Die Serie, der Fig. 5 angehörte, bestand noch aus 25 Schnitten, Serien vom Typus der Fig. 6 aus 30—35, und endlich die Serie, der Fig. 9 entstammt, aus 40 Schnitten. Aus den angegebenen Zahlen läßt sich ersehen, in welchem Maße die Ausdehnung erfolgt und demnach die flächenhafte Ausbreitung des Körpers zunimmt. Das ausgestülpte Vestibulum bildet also die Anheftungsplatte, letztere dehnt sich weiter aus, und dieser Ausdehnung folgen die inzwischen mit ihr verwachsenen seitlichen Wandungen des Gesamtkörpers (Fig. 3, 4), Vorgänge, welche schon mit der Einstülpung der Corona im Zusammenhang stehen und später geschildert werden sollen. Mit dieser Ausdehnung Hand in Hand geht dann die Abflachung der Zellen selbst (Fig. 3, 10 u. 11). Noch ein anderer Vorgang tritt begleitend hinzu: Wenn wir ältere Formen (Fig. 27 u. 28) betrachten, so unterscheidet sich histologisch diese untere Wandung, die dem Photoxylinhäutchen aufliegt, in nichts von den übrigen Wänden, die doch eigentlich, wie wir sehen werden, aus ganz andern Abschnitten des ehemaligen Larvenkörpers hervorgegangen sind. Durch jene Abflachung der Vestibularzellen allein ist diese Übereinstimmung nun nicht entstanden, vielmehr kommt noch eine Plasmolyse hinzu (Fig. 7a), die sich wohl immer neben der Abflachung an den obern Enden der cylindrischen Zellen abspielt. So findet man fast regelmäßig zu jener Zeit über der untern Zellenlage da und dort eine infolge der angewendeten Konservierung schaumig aussehende Masse, von der sich durch Übergänge nachweisen läßt, daß sie aus dem Plasma der Vestibularzellen herrührt.

Nochmals zusammengefaßt, wären also diese Vorgänge folgende:

1. Ausstülpung des Vestibulums.
2. Ausdehnung und dadurch bedingte Abflachung der gebildeten

Platte neben teilweiser, gleichzeitig verlaufender Plasmolyse an den obern Zellenden.

Diese eben erwähnte Ausdehnung und Abflachung möchte ich nun in Beziehung zu der Anheftung selbst bringen, indem dadurch eine bedeutend größere Adhäsionsfläche, ein größerer Halt für das Tier an seiner Unterlage geschaffen wird.

b) Die Einstülpung der Corona.

Drei Momente sind es, die Barrois (2 u. 3) in seinen spätern Arbeiten für die Metamorphose von *Bugula* und *Lepralia* hervorhebt: dévagination du sac interne —, retournement du manteau et de la couronne — invagination de la calotte.

Von gewissen Abweichungen abgesehen, wie sie durch die anatomischen Verhältnisse der Larve bedingt sind, stimme ich für *Alcyonidium*, ebenso wie Calvet (5) für die von ihm untersuchten Formen, diesen Ausführungen bei. Auch bei *Alcyonidium mytili* kommt es mit der Ausstülpung des Vestibulums zu einer Umkehrung des Wimperkranzes, wodurch letzterer alsdann in das Innere des sich nun bildenden Körpers gelangt, ferner zu einem Verschwinden der Ringfurche und zu einer Einstülpung des Dorsalganglions.

In Fig. 2 lassen sich die Coronazellen (*C*) noch als ein Gürtel erkennen, der außen um den Körper herumläuft und selbst die Cilien noch aufweist, während das Vestibulum sich schon ausstülpt und die ganze Larve so vorübergehend die Gestalt eines Petschafts angenommen hat, dessen Platte von dem ausgebreiteten Vestibulum gebildet wird. Man sieht hier ferner, wie der obere Abschnitt des Körpers im Vergleiche mit dem entsprechenden einer Larve eine weit mächtigere Ausdehnung gewonnen hat und den Cilienkranz in der Breitenausdehnung etwas überragt. Fig. 3 zeigt nun, daß hier die in voriger Figur vorhandene stielartige Verbindung zwischen Vestibularplatte und oberm Körperabschnitte verschwunden ist, mithin dieser Körperteil sich der Anheftungsplatte genähert hat und mit ihr in Verbindung getreten ist. Immerhin sind die eigentlichen Grenzen dieser zwei Abschnitte noch zu sehen. Die Coronazellen sind aber hier durch eine Drehung bereits in das Innere verlagert, auch erscheinen ihre Konturen nicht mehr so deutlich, ein Zeichen, daß degenerative Vorgänge an ihnen eingesetzt haben. Dagegen lassen sich noch bei bestimmter Einstellung an zwei gegenüberliegenden Partien (*C*, C_1) die einander zugewendeten Cilien verfolgen.

Noch etwas weiter in der Entwicklung befindet sich die in dem Totalpräparat Fig. 4 wiedergegebene Larve. Ein Vergleich mit der vorigen ergibt, daß eine weitere Änderung in der Form sich vollzogen hat, indem die Anheftungsplatte sich mehr ausgedehnt hat und damit eine Verbreiterung des ganzen Körpers eingetreten ist, die mit einer Abflachung Hand in Hand geht. Im Innern lassen sich Zellkonturen und Cilien nur noch schwer unterscheiden.

Es ergibt sich aus diesen 3 Präparaten Folgendes:

Nach der Ausstülpung des Vestibulums kommt es zu einer starken Dehnung aller dorsal vom Wimperkranz gelegenen Wandpartien, wodurch dann die Ringfurche verstreicht und wobei jedenfalls inzwischen einsetzende degenerative Vorgänge, die unter andern auch die Muskelfasern betreffen und so zu einer Entspannung der Wände führen, fördernd einwirken. Durch diese Dehnung, von der also alle unter der Ringfurche gelegenen Abschnitte, so in erster Linie der Wimperkranz, nicht betroffen werden, geschieht es auf ganz natürlichem Wege, daß jene Teile diesem von oben her wirkenden Drucke weichen müssen. Der Zusammenhang der Coronazellen ist aber noch nicht so weit gelockert, daß diese Zellenreihe durch den Druck zum Zerfall gebracht würde, während andrerseits nach unten hin ihrem weitern Ausweichen durch die inzwischen zur Anheftungsplatte ausgebreitete Vestibularausstülpung ebenfalls ein Ziel gesetzt ist. Die Folge davon ist, daß jene vollkommen passiv sich verhaltenden Zellen der von oben her wirkenden Kraft nachgeben und, gleichsam einem Zuge folgend, nach innen umgekehrt werden. Diese Drehung erfolgt, wie meine Figg. 1, 3, 5, 6a u. 7a erkennen lassen, um annähernd 180°, so daß die ursprünglich bei der Larve nach außen gelegenen Cilien des Wimperkranzes jetzt in entgegengesetzter Richtung nach innen gewendet sind (Fig. 5 *C*, C_1). An dieser Umwendung nehmen die eng benachbarten Wandteile, da sie ja den ganzen Vorgang bewirken, wie auch die Grenzstreifen des Wimperkranzes (Fig. 1 u. 5 *ds* u. *vs*) natürlich mit Teil.

Auch in dem Schnitt Fig. 5 ist die Ringfurche völlig verschwunden, und man erkennt wieder die Ausdehnung aller dorsal vom Wimperkranze gelegenen Abschnitte. Eine Folge hiervon ist der lange, schmale Spalt, der sich rechts im Präparat von oben bis unten an der Wand entlang zieht und an dem sich vielleicht der Grad der Dehnung ermessen läßt. Die Zellen selbst liegen hier nur vereinzelt, ihr Plasmaleib ist zu schmalen Brücken ausgezogen, ein Resultat der Streckung, deren Zweck darin be-

steht, die Annäherung und schließliche Vereinigung mit der Anheftungsplatte zu bewirken. Dabei zeigt sich, daß bereits dieser Prozeß auf der einen Seite etwas weiter vorgeschritten ist als auf der andern. Links liegt die Falte der Platte bedeutend näher als rechts, und so kommt eine gewisse Asymmetrie in das ganze Gebilde. Die Folge wird sein, daß sich in einem solchen Falle auch die Verlötung der obern Körperpartie mit der Anheftungsplatte früher vollziehen wird als rechts, eine Vermutung, die durch Fig. 6a bestätigt wird, die nur das Spiegelbild zur vorigen darstellt, so daß alle hier rechts gelegenen Organe dort links liegen und umgekehrt. An dieser Larve ist rechts die Verwachsung des obern Abschnitts mit der Anheftungsplatte bereits beendet, während links dieser Teil, wie genau zu erkennen ist, sich den hohen Zellen eben erst angelegt hat, so daß zwischen beiden noch ein feiner Spalt bestehen bleibt.

Seeliger (33) stellte nun in der Ringfurchenwand der Larve neben indifferenten Deckepithelzellen zahlreiche Drüsenzellen fest, von denen ein helles schleimiges Secret geliefert wird. Diese Drüsenzellen haben, wie ich glauben möchte, den Zweck, nach erfolgter Festsetzung der Larve eine Verklebung der Ränder des obern Abschnitts mit der Anheftungsplatte zu bewirken. Nachdem so dann einmal die erste Verbindung hergestellt ist, kommt es auch bald zum definitiven Verschmelzen der beiden Teile.

Was schließlich noch die neue Lagerung der Coronazellen im Innern des Körpers anbelangt, so sollte man eigentlich erwarten, daß bei normalem Verlaufe der Umwandlung der Wimperkranz einfach nach innen um 180° gedreht würde und dann hier ebenfalls ringförmige Lage einnehmen müßte. Tatsächlich zeigt auch Fig. 3 ein solches Verhalten. Recht häufig aber findet man (Fig. 5, 6a, 10 u. 11) die umgewendete Corona teilweise so gelagert, daß sie bis dicht unter das eingestülpte Dorsalganglion zu reichen scheint. Auf Schnitten sieht man daher in dessen Umkreis häufig Zellen, die, falls die Wimpern schon zerfallen sind, durch ihre großen Kerne (Fig. 5 *C*) sich sofort als Wimperkranzzellen herausstellen.

c) Die Einstülpung des Scheitelorgans.

Dieser Prozeß scheint im allgemeinen so zu verlaufen, daß, nachdem einmal die Ausstülpung des Vestibulums angebahnt ist, jetzt durch eine letzte maximale Kontraktion der dorsoventral ziehenden Muskelfasern es zu einer Einstülpung an der Dorsal-

scheibe kommt, während gleichzeitig das sog. „ventrale Nerven-Drüsenorgan", dessen Funktion ja nun überflüssig geworden ist, ebenfalls in das Innere des Körpers hineingezogen wird. Das so verlagerte Organ ist auf dem Schnitt Fig. 5 (*v. nd*) noch verhältnismäßig gut in seiner Form zu erkennen; es liegt jetzt zur Seite und etwas oberhalb des Vestibulums. Genauere histologische Merkmale an ihm selbst sind nicht mehr wahrzunehmen, was auf die schon einsetzenden Zerfallserscheinungen zurückzuführen ist.

Die Einziehung des Scheitelorgans (Dorsalganglions) (*dg*) zeigt bereits der Schnitt Fig. 1. Das Organ ist in die Tiefe gerückt, indem es hierbei die benachbarten Wandpartien mit sich gezogen hat.

In der untenstehenden Fig. B habe ich versucht, in Anlehnung an meine Schnitte die hierbei obwaltenden Verhältnisse schematisch wiederzugeben. *dg* bedeutet das Dorsalganglion, *s*. s_1 die Seitenwände der Einstülpung, die oben in die äußere Körperwandung (*Ec*) übergehen.

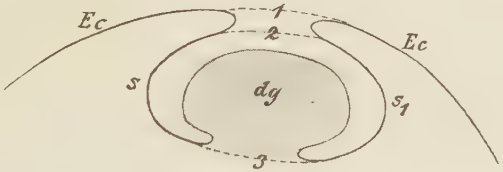


Fig. B.

Schematische Darstellung der Einstülpung an der Dorsalscheibe.

Die punktierten Linien geben die spätere Verwachsung der durch die Einstülpung entstandenen Faltenränder an. *1* u. *2* zwischen der äußern Wandpartie und dem obern Rande der Einstülpung, *3* unter dem Dorsalganglion. *dg* Dorsalganglion. *Ec* Ectoderm. *s*, s_1 die Wandungen der Einstülpung.

Während das Scheitelorgan nun in der freien Larve wenig gegen seine Nachbarschaft hervortritt oder höchstens nach außen hin nur eine leichte Erhebung bildet, scheint jetzt (Fig. 1) das Dorsalganglion stark hervorgewölbt, so daß sein oberer Rand fast in die Höhe der beiden Falten zu liegen kommt. Das ganze Gebilde tritt so mehr hervor und ist auch gleichzeitig an seiner Basis gegen die Seitenwände der Einstülpung schärfer abgesetzt, so daß man schon hier den Eindruck gewinnt, als ob es überflüssig wäre und von den weitern Entwicklungsvorgängen ausgeschaltet werden sollte. An seiner Basis treten jederseits Zellen auf (*bz*), die von den untern Faltenrändern, zwischen denen das Scheitelorgan liegt, herkommen

und die eine gegenseitige Verbindung anstreben, die auch fast erreicht ist.

In dem Schema Fig. B geben die punktierten Linien sowohl über wie unter dem Dorsalganglion die spätere Verwachsung der gegenüberliegenden Randabschnitte an.

Die eben beschriebene Einstülpung erfolgt nun oft so, daß die dem Scheitelorgan benachbarten Wandpartien unter dem Organ selbst sich möglichst genähert werden, so daß der spätere Verschluß zwischen deren Rändern, entsprechend der punktierten Linie 3 in meinem Schema, nur einen ganz geringen Raum betrifft.

In den beiden Totalpräparaten Fig. 3 u. 4 zeigen hellere Umrisse am aboralen Pole (*J*) ebenfalls die Stelle an, wo die Einstülpung des Dorsalganglions erfolgt ist.

Die Präparate, denen die Schnitte Fig. 5 u. 6 angehören, schließen sich an Fig. 1 eng an und stellen nur wenig ältere Stadien dar. Die Breite der Einstülpung am obern Ende in Fig. 5 beträgt knapp 0,075 mm. Auf 9 Schnitten ist die Einstülpung des Dorsalganglions zu verfolgen, und an diesem selbst lassen sich degenerative Veränderungen feststellen. Schon für gewöhnlich sind die dieses Organ zusammensetzenden Elemente, wie Seeliger (33) angibt, mit Dotterschollen geradezu vollgepfropft, und die Plasmakörper zeigen die Neigung, zu einer einheitlichen Masse zusammenzufließen. Indem sich nun allmählich eine Auflösung und ein Schwinden dieses Plasmas bemerkbar macht, verleihen die so mehr und mehr isolierten Dotterkörner, die in verschiedentlicher Größe vorkommen, diesem Abschnitt ein ganz eigenartiges Aussehen.

Unter dem Organ befindet sich ebenfalls, wie in Fig. 1, eine Reihe von Zellen (*bZ*), die von einer Seite zur andern ziehen und, wie Nachbarschnitte zeigen, von den jederseitigen Faltenrändern herrühren. Sie sind im Begriff, das Scheitelorgan von der Peripherie her zu unterwachsen und aus seinem Zusammenhang mit dem Larvenkörper auszuscheiden.

Ob nun vielleicht an diesem untern Verschluß hier und da einige der in der Nachbarschaft befindlichen Mesenchymzellen (*mZ*) sich mit beteiligen, wie es in diesem Schnitt den Anschein hat, muß ich dahingestellt sein lassen, da ich mich einwandfrei davon nirgends habe überzeugen können.

Auch in dem folgenden Präparat (Fig. 6) habe ich speziell die obere Einstülpung näher untersucht. Diese Serie bestand aus 30 Schnitten, von denen auf 16 am aboralen Pole die Einstülpung

selbst und auf 12 das Scheitelorgan zu sehen war. Die obern Falten haben sich größtenteils schon aneinandergelegt und sind verschmolzen, entsprechend den punktierten Linien *1* und *2* in meinem Schema; nur an 2 Schnitten, von denen der eine in Fig. 6b wiedergegeben ist, sieht man, daß der Verschluß noch nicht ganz beendet ist. In Fig. 6a ist der Schnitt durch den Rand des Dorsalorgans geführt, während Fig. 6b einen der mittlern Schnitte durch das Scheitelorgan darstellt. Letzterer interessiert besonders deshalb, weil sich hier wieder die gegenseitige Vereinigung der durch die Einstülpung geschaffenen untern 2 Faltenränder, entsprechend der Linie *3* in der Textfigur, erkennen läßt. Von der Falte rechts hebt sich eine Zellenbrücke ab (Fig. 6b *bZ*), die sich in einen feinen Plasmasaum auszieht und Anschluß an der linksseitigen Falte findet, indem auch von hier einige Zellen entgegen kommen.

Das Dorsalorgan selbst ist besonders in seinem untern Abschnitt stark in Zerfall begriffen (Fig. 6b), und von dem zwischen den Dotterkörnern gelegenen Plasma ist bereits jegliche Spur geschwunden.

Meine bisherigen Beobachtungen gleichen in vielen Punkten denen, die Calvet (5) bei chilostomen Bryozoen gemacht hat. Nachdem es bei diesen zu einer Umdrehung der Corona und Entfaltung des Mantels gekommen ist, stellt Calvet fest, daß durch die Tätigkeit der 2 Muskelstränge, die von dem nervösen Zentralorgan ausgehen, die Kalotte (der dorsale Abschnitt der Larve zwischen der Mantelfurche) in das Innere des Cystids eingestülpt wird. Letztere zieht hierbei die benachbarten Wandpartien mit sich, die, nachdem sie von der Calotte unabhängig geworden sind, in Kontakt miteinander treten, sich vereinen, um oben die Cystidhöhle abzuschließen. Es vollzieht sich schließlich auch die Vereinigung des Mantels mit der Anheftungsplatte, und das Cystidstadium ist erreicht.

Die Entwicklung bis zu diesem Punkte hin zeigt für *Alcyonidium* Fig. 7a. Jederseits kann man als eine Einsenkung noch die Stelle erkennen, wo die obere Larvenpartie mit der Anheftungsplatte verschmolzen ist.

Die Wandungen des sackförmigen Körpers werden von einer zusammenhängenden Zellenschicht gebildet, deren Kerne in regelmäßiger, aber verhältnismäßig weiter Entfernung voneinander liegen. Zellgrenzen, wie sie später im fertigen Zoöcium zu sehen sind, sind hier noch nicht vorhanden, wohl aber ist es schon zur Ausscheidung einer feinen Cuticula (*Cu*) gekommen, die sich scharf von

dem daruntergelegenen Plasma abhebt und als schmaler Saum um den ganzen Körper herumzieht.

Gewisse Beachtung verdient nun wieder der obere Abschnitt unseres Präparats, den ich auf einigen Sonderabbildungen wiedergegeben habe. Die Serie bestand aus 29 Schnitten, von denen 13 die Einstülpung zeigten. Fig. 7c stellt den Schnitt durch den Rand des in die Tiefe versenkten Dorsalganglions dar. Über ihm haben sich die durch die Einstülpung entstandenen Falten noch nicht geschlossen, während dies bereits im nächstfolgenden Schnitt der Fall war; doch zeigen in Fig. 7c jederseits im Plasma auftretende Lücken, daß das ganze Gewebe stark in Dehnung begriffen ist, um diese Vereinigung zu erzielen. Dieselbe zeigt sich in Fig. 7b durch eine Plasmabrücke vollzogen, welche sich zwischen den beiden Falten ausspannt und in der noch keine Kerne liegen.

Unter dem Organ sind die Entwicklungsvorgänge ebenfalls weiter gediehen. Während in der vorigen Serie bei den 12 hierfür in Betracht kommenden Schnitten nur an den mittlern eine Verbindung der Ränder, zwischen denen das eingestülpte Scheitelorgan lag, zu sehen war, ist hier die Umscheidung des Dorsalganglions und damit die Verbindung, wenn auch noch nicht ganz vollkommen, so doch im wesentlichen vollzogen (Fig. 7a—c).

Parallel mit diesen progressiven Prozessen an seiner Basis schreiten die degenerativen an dem Dorsalorgan selbst (Fig. 7b—c): Zerfall der Zellen, Auflösung des Plasmas und, in dem Maße, wie das gelöste Material von seiten der Nachbarschaft aufgenommen wird, Bildung vacuolenartiger Räume (Fig. 7a).

Fig. 8 schließt sich den vorigen eng an. Die Verhältnisse liegen hier ähnlich. Von den 12 in Betracht kommenden Schnitten ist der mittelste wiedergegeben. Die Verwachsung unter dem Organ ist noch nicht ganz beendet, während sie sich darüber bereits endgültig vollzogen hat. Am Dorsalganglion selbst fällt besonders der Kernzerfall (*k*) und die Plasmolyse auf.

An wenig ältern Stadien sieht man dann schließlich von dem ganzen Organ nichts als einigen Detritus, der dann auch noch verschwindet (Fig. 9 *dtr*).

Diese letztere Abbildung (Fig. 9) zeigt ferner, wie aus der ursprünglichen Einstülpung jetzt ein vollkommen geschlossenes Säckchen entstanden ist, das unter der Körperwand (*Ec*) dieser dicht anliegt. 14 Schnitte der Serie gehören dieser Bildung an; der vorliegende ist ebenfalls wieder aus der Mitte gewählt; die beiden

Nachbarschnitte ähneln diesem nahezu vollständig. Das Zellensäckchen hat, wie sich aus der ganzen Serie entnehmen ließ und auch Fig. 9 erkennen läßt, eine etwas mehr ovale Form. An dem obern Rande dieses Schnittes bemerkt man eine doppelte Zellenlage, von der sich die eine, die äußere (*Ec*), mit ihrem dunklern Plasma scharf gegen die untere abhebt. Das Zustandekommen dieser doppelten Schicht wird sofort klar, wenn man nochmals die frühern Abbildungen und das Schema Fig. B zum Vergleich heranzieht. Das Scheitelorgan wird in derselben Weise von Falten überwachsen wie der Körper des Wirbeltierembryos von den Amnionfalten. Die aufliegende Zellenschicht gehört somit der äußern Körperwand an und würde in unserm Vergleich der Serosa, die darunter liegende obere Wand unseres Säckchens selbst der Amnionhülle des Wirbeltierembryos entsprechen. Auf keinem der 14 Schnitte (Fig. 9) dieser Serie läßt sich noch eine Lücke nachweisen: der Verschluß der obern 2 Faltenränder ist ein definitiver geworden. Die Umrisse der ursprünglichen Einstülpung sind jedoch noch erkennbar an dem schmalen Spalt, der sich jederseits zwischen der obern und untern Zellenschicht entlang zieht. Ähnliches ließ sich auch an Fig. 8 erkennen.

Auch die untere Wand des Säckchens wird jetzt durch eine zusammenhängende Zellenschicht gebildet, die keine Unterbrechung ihres Gefüges mehr erkennen läßt. Vom Dorsalganglion selbst sind nur noch einige Dotterschollen vorhanden und etwas flüssiger Detritus (*dtr*), der infolge der angewendeten Konservierungsflüssigkeit (Sublimatessigsäure) geronnen ist und feine spinnwebeartige Züge im Innern des Schnittes bildet. Man sieht ferner sowohl in der obern wie in der untern Wand Dotterschollen eingelagert und an manchen Stellen, und zwar dort, wo das Zerfallsmaterial sich der Zellwandung anlegt, die Zellkonturen undeutlich und verschwommen, so daß es hier den Anschein hat, als ob das Zellplasma in den angelagerten Detritus überginge oder jene Massen von dem Plasma umflossen würden. Aus diesen Tatsachen lassen sich zunächst folgende Schlüsse ziehen:

1. die Zerfallsprodukte werden von seiten der Nachbarschaft aufgenommen.

2. diese Aufnahme erfolgt:

a) im verflüssigten Zustande, dessen Reste sich noch als geronnene, fadenähnliche Züge in dem ringförmigen Lumen zeigen;

b) in festweichem Zustande, in dem die Dotterkörner als solche

in das Zellplasma übernommen werden, um erst hier eine allmähliche Auflösung zu erfahren.

d) Zeitliche Schwankungen und Abweichungen im normalen Entwicklungsverlauf.

Wie in keiner Ontogenie, so läßt sich auch in der Entwicklung von *Alcyonidium* nicht eine regelmäßige Aufeinanderfolge der einzelnen Prozesse, wie ich sie im Vorangehenden geschildert habe, erwarten; vielmehr besteht zwischen diesen Vorgängen, was den Zeitpunkt ihres Einsetzens anbetrifft, der weiteste Spielraum. Sowohl Ostroumoff (24) wie Vigelius (36) haben dieselbe Tatsache konstatieren können und betonen die individuellen Schwankungen im Charakter des Verwandlungsprozesses, die offenbar durch solche zeitliche Schwankungen hinsichtlich des Beginns und des Abspielens der Einzelvorgänge verursacht werden.

Den in den Figg. 2, 3 u. 4 geschilderten Verlauf in der Umwandlung der Larve möchte ich nun im Gegensatz zu gewissen Asymmetrien, die sich häufig bemerkbar machen, als den normalen Typus bezeichnen. Abweichungen können dadurch begünstigt werden, daß, wie auch Seeliger in seiner Histologie (33) bemerkt, gewisse degenerative Vorgänge vorzeitig bereits in der Larve sich abspielen. Es ist ferner möglich, daß in der schwärmenden Larve, besonders wenn sie den für ihre Anheftung günstigen Ort nicht sobald findet und gezwungen ist, ihn öfters zu wechseln, wie ich häufig zu beobachten Gelegenheit hatte, sich Vorgänge anbahnen, die wir sonst erst im festgesetzten Tier anzutreffen gewohnt sind, so daß dann, wenn diese Festheftung endlich erfolgt ist, alles gleichsam für die weitere Umwandlung schon vorbereitet ist und so sich dieser Prozeß bei weitem schneller vollzieht, als wir bei dem normalen Verlaufe festgestellt haben. Unter diesem Gesichtspunkte muß wohl auch Fig. 1 aufgefaßt werden. Obwohl hier das Vestibulum noch gar nicht vollkommen zur Ausstülpung gelangt ist, vielmehr seine Lage noch merklich an die der Larve erinnert, scheinen die weitern Prozesse doch schon beendet. Der Wimperkranz (*C*) ist in das Innere gelangt. Alles, was zwischen ihm und den obern zwei Falten gelegen ist, die ihrerseits wieder das in die Tiefe gerückte Scheitelorgan (*dg*) zu überdecken sich bestreben, gehörte ursprünglich dem Larvenkörper dorsal vom Wimperkranze an. Man sieht, welch eine mächtige Ausdehnung gerade diese Partie bereits erfahren hat, wie dies aber auch gerade die Ursache wird, daß der

Wimperkranz nun nach innen umgewendet wurde und diese Ausdehnung auch schließlich die Berührung und spätere Verwachsung mit der Vestibularausstülpung bewirkt.

Ich möchte ferner hervorheben, daß dieser ganze Prozeß der Umwandlung auch in Fig. 5 u. 6 eingetreten ist, ehe eine völlige Ausbreitung des Vestibulums, wie man eigentlich normalerweise erwarten sollte, erfolgt ist, d. h. ehe letzteres seine Scheibenform ähnlich der Fig. 2 erlangt hat. An und für sich sind diese auf zeitliche Schwankungen zurückzuführenden Abweichungen, was die weitere Entwicklung anbetrifft, auch völlig bedeutungslos und nur für die Form des spätern Cystids, wie ich weiter unten zu erörtern Gelegenheit nehmen werde, von gewissem Belang. Die schiefe Lage der letzten Larve (Fig. 6a) findet möglicherweise auch dadurch ihre Erklärung, daß das Vestibulum mit seinem vordern Ende nicht sofort den genügenden Halt an der Unterlage gefunden hat und sich nun der ganze Larvenkörper infolge seiner Länge seitlich etwas übergelegt hat, so daß jetzt das Vestibulum mit der Unterlage in größere Berührung gekommen ist. Dieser Halt genügte dann für die Befestigung, und die weitern Prozesse schlossen sich an. Ich kam zu dieser Annahme, da ich noch eine andere Larve desselben Stadiums besitze, die nicht schief, sondern völlig normal, ähnlich wie es Fig. 3 zeigt, auf der Unterlage aufliegt. Das Vestibulum hatte sich hier gleichmäßig ausgebreitet.

Am Schlusse dieses Kapitels möchte ich noch auf die beiden Totalbilder Fig. 10 u. 11 aufmerksam machen. Beide Zeichnungen sind von Herrn Prof. Dr. Will gelegentlich der Konservierung von *Alcyonidium*-Larven angefertigt und mir von ihm für meine Arbeit in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt worden. Bei durchfallendem Lichte gezeichnet, geben diese beiden Abbildungen manches wieder, was bei meinen ältern Totalpräparaten infolge der schon weiter vorgeschrittenern degenerativen Prozesse nicht mehr so zur Geltung kommt. So konnte Herr Prof. Will noch in dem einen Präparat (Fig. 11) den unter dem Dorsalganglion gelegenen mesenchymatösen Zellenbelag (*m. Z_1*) erkennen. In beiden Abbildungen assen sich ferner die Cilien der Coronazellen (*w. f*) noch verfolgen, und in Fig. 10 war es sogar möglich, die Zellgrenze des Wimperkranzes (*C*) festzustellen. Die bekannte Einstülpung (*J*) am aboralen Pole liegt in derselben Figur bereits abgeschlossen unter der

äußern Körperwandung (*Ec*), ein kleines, säckchenförmiges Gebilde, das in seinem Innern Zerfallsmassen umschließt.

IV. Die degenerativen Prozesse an den ehemaligen Larvenorganen im Innern des Cystids.

Der nach der Festsetzung der Larve entstandene Körper (Fig. 4) stellt sich uns als ein allseitig geschlossenes Gebilde dar, dessen Basis durch die Elemente des ehemaligen Larvenvestibulums, dessen Seitenwände durch Dehnung der apicalen Larvenhälfte gebildet wurde, ein Körper, der, wie der Schnitt Fig. 7a zeigt, im Innern alle übrigen Larvenorgane einschließt: den Wimperkranz (*C*, C_1), die Grenzstreifen (*ds, vs*), das bereits zerfallene ventrale Nervendrüsenorgan, die in dem Larveninnern befindlichen Mesenchymzellen (*mz* und mz_1), ferner die Muskelfasern (*mf*) und nicht zuletzt das in die Tiefe gerückte Scheitelorgan (*dg*).

An der Hand der schon einmal angeführten Barrois'schen fig. 24 aus der Metamorphose von *Alcyonidium mytili* schildert dieser Autor, wie bei der festgesetzten Larve der Verdauungsschlauch allmählich an Klarheit verliert und sich mit den mesodermalen Elementen vermischt, die ihn auf allen Seiten umgeben, während gleichzeitig die Mundöffnung sich verengert und mit dem Pharynx zu verschwinden beginnt.

Abgesehen von den schon erwähnten irrtümlichen Deutungen hat Barrois recht scharf beobachtet. Das birnförmige Organ (Mund und Pharynx nach Barrois) verschwindet tatsächlich bei der Metamorphose im Innern. An den obern Enden der Vestibularzellen spielt sich, wie ich S. 19 erwähnt habe, ein Einschmelzungsprozeß ab, dessen Produkte sich nun mit den übrigen in der Cystidhöhle liegenden Zerfallsmassen vermischen. Unter diesem Gesichtspunkte betrachtet, läßt sich vielleicht die Behauptung Barrois' p. 122 verstehen: „l'intestin commence à diminuer beaucoup en netteté et à se confondre avec le mésoderme granulo-graisseux qui l'entoure de toutes parts."

Abgesehen von der Arbeit Barrois' über *Alcyonidium mytili* stellt dieser in seinen weitern Arbeiten nur fest, daß eine vollständige Degeneration sämtlicher innerer Larvenorgane eintritt, mit Ausnahme gewisser Zellengruppen, die später das Polypid bilden helfen. 1886 spricht Barrois bei der Metamorphose von *Bugula* von einem Zerfall der Coronazellen in einzelne Kugeln, die sich dann innerhalb des ganzen Cystids zerstreuen.

Prouho (28) ist meines Erachtens der erste, der sich mit den degenerativen Prozessen, die sich während der Umwandlung abspielen, bei *Flustrella hispida* eingehender beschäftigt.

Auch Calvet (5) und Kupelwieser (18) unterziehen diese Prozesse, jener bei *Bugula* und *Lepralia*, dieser bei Cyphonautes, einer eingehenden Untersuchung.

Indem ich mich den gleichen Vorgängen bei *Alcyonidium mytili* zuwende, sei es mir gestattet, die Ausdrücke „Polypid“ und „Cystid“, obwohl veraltet, wie Korschelt u. Heider (15) erwähnen, doch als eingebürgerte und gebräuchliche Bezeichnungen beizubehalten.

Alle bei der Festsetzung in das Innere des Cystids verlagerten Organe haben während der Schwebeperiode der Larve ihren Zweck erfüllt und sind nun dem Zerfall bestimmt. Die Wimperzellen der Larve sollten die Bewegung im Wasser ermöglichen, das Nervendrüsenorgan diente als Sinnesorgan zum Tasten und Aufsuchen des für die Anheftung geeigneten Platzes, und die Muskulatur war für den Akt der Festsetzung selbst tätig. Alles dies ist, nachdem letztere vollzogen, nachdem das Stadium der Bewegung mit dem der Ruhe vertauscht, ein vollständiger Wechsel in den Lebensvorgängen eingetreten ist, überflüssig geworden und verfällt zum Nutzen des Ganzen der Degeneration. Hierbei liegt es nun klar auf der Hand, daß solche Prozesse z. B. an den Coronagrenzstreifen und Vestibularzellen in ganz anderer Weise verlaufen müssen als etwa an den Muskelfasern.

Wie diese Vorgänge auch immer sein mögen, alle streben sie doch demselben Ziele zu, nämlich der Einschmelzung des nutzlos gewordenen Zellenmaterials und seiner Umwandlung in eine Form, die es dem jungen, sich inzwischen entwickelnden Polypid ermöglicht, die Umwandlungsprodukte als Nahrung zu verwenden. Alle diese Prozesse gehen außerordentlich rasch vor sich, so daß einige Zeit nach der Festsetzung innerhalb des Cystids nur noch Coronazellen und die Muskelfasern als ehemalige Larvenelemente deutlich zu erkennen sind.

Gewisse degenerative Erscheinungen aber bahnen sich zweifellos schon eher und zwar während der Schwebeperiode der Larve an, ja schon kurz nach beendeter Embryonalentwicklung müssen degenerative Prozesse einsetzen. Ich möchte als solche das Verschwinden eines Darmkanals bezeichnen, den Harmer (14) an seinen Embryonen erkannt zu haben glaubt und von dem an der frei herumschwimmenden Larve nichts mehr zu sehen ist. Ferner be-

merkte bereits Seeliger an den Kernen der Vestibularzellen eigentümliche degenerative Veränderungen. Diese, normalerweise von länglichrunder Form, entsprechend der Gestalt des Zellkörpers selbst, enthalten im Innern einen größern, zentralen Nucleolus und eine Anzahl im achromatischen Gerüst suspendierter chromatischer Körner. In vielen von den längsgestreckten Kernen sah nun Seeliger den Nucleolus, von einem hellen Hofe umgeben, eine exzentrische Lage einnehmen und die Hauptmasse der kleinen Körner sich am entgegengesetzten Kernende ansammeln. Schließlich kommt es zu einem Zerfall der Kerne in ungleiche Partien. Neben biskuitförmigen, noch nicht vollständig geteilten Kernen fand Seeliger dann im Plasma winzige Kernfragmente, die mehr oder minder gleichmäßig mit Chromatinkörnchen erfüllt waren. Manche Kerne waren schließlich wurstförmig oder auch stärker unregelmäßig geformt, und diese ließen dann häufig keinen Nucleolus und hellen Hof mehr erkennen. Seeliger gibt an, dieselben Erscheinungen auch in andern Geweben der Larve wiedergefunden zu haben, und deutet sie als beginnende Rückbildungsvorgänge. Ich kann diesen Beobachtungen Seeliger's, die an frei schwimmenden Larven bis unmittelbar vor der Festsetzung gemacht wurden, vollauf beistimmen und ihnen nur hinzufügen, daß ich dieselben Prozesse auch noch innerhalb des Cystids überall an den Kernen der zugrunde gehenden Organe und der Mesenchymzellen angetroffen habe. Die Bilder, die hierbei zustande kamen, decken sich in allen Einzelheiten mit den Figuren Seeliger's, so daß ich davon Abstand nehmen konnte, sie durch eigne Abbildungen zu belegen.

Was nun an diesen Stadien besonders auffällt, ist die große Menge von Dotterschollen, die in den verschiedensten Größen angetroffen werden. Meine Messungen ergaben an ihnen einen Durchmesser von 0,5—1,5 μ, der aber nach Verschmelzung mehrerer Schollen sich oft noch erheblich vergrößern kann. Das Vorkommen dieser Dottermassen kann aber nicht wundernehmen, wenn man bedenkt, daß in der Larve fast sämtliche Organe Dottereinschlüsse enthalten, ja sogar manche Zellen geradezu damit vollgepfropft sind. Jetzt, nachdem diese Organe nach innen verlagert wurden, hier dem Zerfall anheimfielen und das zwischen ihnen verbliebene Protoplasma sich in eine feinschaumige Masse umgewandelt hat, werden die Dottermassen frei und treten mehr in Erscheinung als vorher in der Larve. Bei gewissen Dotterschollen ist es daher jetzt noch möglich anzugeben, welchen Larventeilen sie ehedem angehörten.

In Fig. 5, 6a, 7a sieht man jederseits neben den Wimperfasern eine große Anzahl größerer und kleinerer Dotterkugeln liegen, von denen man so unzweifelhaft sagen kann, daß sie ursprünglich den Coronazellen in der Larve angehörten und jetzt nach Auflösung des Zellverbandes zwar frei wurden, aber doch ihre ehemalige Lagerung beibehalten haben. Recht häufig trifft man größere Schollen auch an andern Stellen des Cystids. Sie verdanken ihr Entstehen der auch von Seeliger erkannten Tatsache, daß oft mehrere Dotterkörner enthaltende Mesenchymzellen sich zu einer einheitlichen Dottermasse vereinigen können. In einer solchen durch Zusammenfluß entstandenen Scholle werden dann häufig mehrere Kerne angetroffen, entsprechend der Zahl der Zellen, die sich hierbei beteiligt hatten. Auch die in Fig. 12a—c abgebildeten größern Dotterkörner mit dem eingelagerten, ursprünglich einer Mesenchymzelle angehörigen Kerne sind auf diese Weise entstanden. Gerade an diesen der Degeneration verfallenden Kernen habe ich nun die häufig wiederkehrende Beobachtung machen können, daß das Chromatin die Neigung zeigt, sich der Kernwandung kappenförmig anzulegen (Fig. 12a, b), eine Wahrnehmung, wie sie in gleicher Weise Kupelwieser (18) an den Kernen der zugrunde gehenden Darmzellen von Cyphonautes gemacht hat. In den Dotterschollen sah ich öfters eigentümliche, runde Vacuolen (Fig. 12 *d—g*), die einzeln oder auch zu mehreren auftraten. Solche Vacuolen sind auch im Dotter anderer Tiere häufig gesehen worden. Es ist wohl anzunehmen, daß sie durch regressive Veränderungen im Dotter entstanden und, wenn nicht die Ursache selbst, so doch eine regelmäßige Begleiterscheinung des Zerfalls der größern Schollen in kleinere sind. Tatsächlich spielen sich auch gewisse chemische Veränderungen am Dotter ab, was daraus hervorgeht, daß neben den meist dunkler gefärbten Dotterkörnern Substanzmassen liegen, die unzweifelhaft aus einer Dotterscholle hervorgegangen sind, dem Farbstoff gegenüber (Orange G) aber ein anderes Verhalten zeigen, heller aussehen, den scharfen Kontur eines Dotterkornes verloren haben und auch sonst das homogene Aussehen der Dotterkörner nicht mehr aufweisen.

Es gehen jetzt auch die Cilien der Coronazellen zugrunde. Sie zerfallen in staubförmige Partikelchen, die nur bei stärkerer Vergrößerung wahrzunehmen sind. Der Zerfall schreitet von der Spitze nach dem Grunde der Cilien fort. Die Fragmente mischen sich den übrigen Zerfallsmassen bei und sind von da ab nicht mehr zu erkennen. Nachdem der Kern der Wimperkranzzellen sich in der ge-

schilderten Weise verändert hat, die Dotterschollen durch Plasmolyse des Zellkörpers frei geworden sind, bleibt von den ursprünglichen Coronazellen nichts als die von Dotterkörpern freien Zellenden übrig. An diesen erkennt man die doppelt konturierte Cuticula (Fig. 7a) und von dieser jetzt nach außen zu verlaufend haarfeine Fäserchen (*wf*). Diese, eine Fortsetzung der Cilien nach dem Zellinnern hin, ziehen entweder mehr parallel zueinander oder haben mehr büschelförmige Anordnung (Fig. 5, 6a, 7a). Die Widerstandsfähigkeit der Wimperwurzeln hebt Kupelwieser bei Cyphonautes hervor, und auch hier persistieren diese feinen Gebilde außerordentlich lange, so daß man sie noch zu einem Zeitpunkte antrifft, wo das Polypid schon entwickelt erscheint. In den folgenden Abbildungen, so in Fig. 27 u. 28, sind sie überall wiederzufinden; sie liegen dann inmitten des histolysierten Materials, das vom Zerfall der übrigen Larvenorgane herrührt, eingebettet in eine feine, protoplasmatische Substanz, in der sie schließlich verschwinden (Fig. 13a—c *wf*).

Auch an den Muskelfasern haben sich Veränderungen vollzogen. Sie sind bald nach der Festsetzung in einzelne Stücke zerfallen, die teilweise noch als Stümpfe mit der Cystidwandung in Verbindung bleiben, teilweise regellos im Innern liegen (Fig. 7a *mf*). Dieser Zerfall der Fasern schreitet weiter fort, je mehr das Polypid sich zu entwickeln beginnt, wobei sie dann heller und transparenter erscheinen.

Ich habe mich nun überzeugen können, daß Teile dieser Muskeltrümmer hier bei *Alcyonidium* von Phagocyten aufgenommen und in ihnen dann gelöst werden.

Andere Fasern wiederum zeigen vielfach einen hohen Grad von Widerstandsfähigkeit, denn Reste der Muskulatur werden noch bei 24—48stündigen Cystiden vorgefunden; ob diese Fasern einer allmählichen Degeneration unterliegen, ähnlich wie dies Korotneff (16) bei dem embryonalen Muskelgewebe von *Tinea* festgestellt haben will, muß ich als Möglichkeit zugeben, ohne selbst weitere Angaben darüber machen zu können.

Nachdem Metschnikoff (20) bereits im Jahre 1883 in seiner Arbeit über die intracelluläre Verdauung zuerst die Bedeutung der wandernden Mesodermzellen als Phagocyten erkannt hat, die durch Aufnahme und Verdauung unnütz gewordener Teile bei den Vorgängen der Resorption eine so wichtige Rolle spielen, und diese Beobachtungen von zahlreichen Autoren an den verschiedensten Objekten bestätigt und ergänzt sind, legt sich für die Bryozoen

Prouho (28) zuerst bei *Flustrella hispida* die Frage vor, ob nicht auch hier gewisse Zellen die Rolle von Phagocyten spielten, die den Zweck hätten, die unnütz gewordenen Larvenorgane wegzuschaffen, um sie in eine assimilierbare Materie umzuwandeln.

Calvet (5) stellte sodann als richtigen Beweis dieser Annahme fest, daß die aus dem Untergange der Larvenorgane herrührenden Zerfallsmassen in der großen Mehrheit der Fälle, vielleicht immer, durch Phagocyten innerhalb des Cystids aufgenommen werden.

Ich selbst hatte nun Gelegenheit, bei *Alcyonidium mytili* die Tätigkeit solcher Phagocyten bei der Aufnahme von Muskelfragmenten zu beobachten, wie auch bereits Römer (31) bei der Degeneration der Polypide derselben Art Phagocyten nachgewiesen hat, von denen er ausdrücklich hervorhebt, daß sie von mesenchymatösen Elementen herstammen. Ich habe in Fig. 14—16 einige Abbildungen solcher Muskeltrümmer enthaltende Zellen wiedergegeben, die verschiedenen Schnittserien von festgesetzten Larven entnommen sind.

Das Plasma der Phagocytenzellen ist entweder homogen oder hat mehr wabige Beschaffenheit. An einigen dieser Zellen (Fig. 14 u. 15) sieht man, wie von dem eigentlichen Zelleib pseudopodienartige Fortsätze nach allen Seiten hin ziehen; die Kerne sind bald mehr rundlich, bald mehr oval und besitzen im Innern kleine Kernkörperchen; diejenigen der Abbildungen Fig. 16a—d lassen bereits auf degenerative Vorgänge an ihnen schließen. Die strichförmigen Partikelchen in einigen amöboiden Fortsätzen in Fig. 14a sind jedenfalls mit aufgenommene Cilienreste, so daß man daran erkennt, wie die Phagocyten alle auf ihrem Wege ihnen entgegentretende Zerfallsstoffe nach Art einer Amöbe aufnehmen. An Muskelfasern, die von derartigen Zellen umschlossen sind, tritt nun eine allmähliche Auffaserung ein, die zunächst an den Enden beginnt; die einzelnen Fibrillen lösen sich voneinander und verschwinden schließlich in dem sie umgebenden Zellplasma (Fig. 16a—d *mf*), ähnlich wie dies für die Wimperwurzeln der Coronazellen der Fall ist.

Welche Zellen spielen nun die Rolle der Phagocyten, und woher stammen sie? Calvet läßt sie einmal durch Ablösung von Zellen aus der Wandung des Cystids, andrerseits durch Differenzierung aus freien Zellen entstehen, die sowohl im Innern der Larve als auch später im Cystid anzutreffen sind und die er als „éléments endodermiques“ bezeichnet, eine Entstehung, die mir unverständlich geblieben ist.

Seeliger (33) hebt bereits für die *Alcyonidium*-Larve hervor,

daß die Mesenchymzellen zum großen Teil Dottereinschlüsse enthalten. Daneben kommen jedoch, wie seine Abbildungen zeigen, auch Zellen vor, die deutlich mit amöboiden Fortsätzen versehen sind. Beiderlei Zellen habe ich selbst auf Larvenschnitten beobachtet.

Wie nun alle Zellen innerhalb des Cystids einer Histolyse verfallen, so machen auch die Mesenchymzellen hiervon keine Ausnahme, doch findet dieser Untergang bei den beiden unterschiedenen Zellformen zu verschiedener Zeit statt. Die mit Dottereinschlüssen beladenen Mesenchymzellen zeigten die Neigung, sich zu größern Dottermassen zu vereinigen, in deren Innern man dann die degenerierten Kerne wiederfand (S. 33). Die andere durch ihre amöboiden Fortsätze charakterisierte Gruppe der Mesenchymzellen fungieren nun, ehe auch sie dem Untergange verfallen, zunächst noch als Phagocyten, indem von diesen die nächstliegenden Muskeltrümmer ergriffen und schließlich ganz umflossen werden. Die Zellen (Fig. 16a—d) sind dabei zu einer Zeit beobachtet, wo sich an ihren Kernen ebenfalls gewisse degenerative Erscheinungen bemerkbar machen, in gleichem Maße, wie die von den betreffenden Phagocyten umschlossenen Muskelfasern sich im Plasma aufzulösen beginnen. Am weitesten ist dieser Prozeß in Fig. 16d vorgeschritten, wo die einzelnen Fibrillen, ganz aufgesplittert, nur noch undeutlich zu erkennen sind. Daß es sich hier wirklich um Phagocyten und nicht lediglich um Myoblasten mit einem Stück der ihnen zugehörigen kontraktilen Substanz handelt, wie man mir vielleicht entgegenhalten könnte, wird dadurch bewiesen, daß ich sowohl in der Larve als nach erfolgter Festsetzung das Sarcoplasma der Faser stets anliegend, niemals aber, wie es hier der Fall ist, die Faser vollständig vom Plasma umhüllt fand. Wenn Kupelwieser (18) gelegentlich des Auftretens von Mesodermzellen in der Nähe einiger Muskelzüge hervorhebt, daß die Ansammlung aktiver Zellen gerade dort die Vermutung aufkommen lasse, daß es sich um Phagocyten handle, daß aber der Beweis hierfür erst erbracht wäre, wenn das Plasma sich besser definieren ließe und nachgewiesen werden könnte, daß Muskelstücke von ihnen umflossen würden, so glaube ich sowohl durch meine Ausführung wie durch meine Abbildungen diesen Beweis für *Alcyonidium* geliefert zu haben.

Neben diesen Phagocyten, die also eigentlich Elemente sind, die ehedem der Larve angehörten, finden sich im Innern des Cystids aber noch amöboide Zellen, die auf ganz andere Weise entstanden sind. Kurz nach der Festsetzung bestand die äußere Körperwand, wie wir sahen, aus Zellen, die infolge der stattgehabten Dehnung

zu langen und schmalen Plasmastreifen ausgezogen waren und deren Kerne erst in gewissen Abständen voneinander lagen (Fig. 7a). Diese Zellen sind nun durch eine außerordentliche Vermehrungsfähigkeit ausgezeichnet, wie sich an Kern- und Zellteilungen fast auf jedem Schnitte erkennen läßt. Hierdurch werden nun einmal neue Zellen in den Wandbelag eingeschaltet, dann aber lösen sich gewisse Zellen aus dem Verbande los (Fig. 7a), um in das Innere des Cystids einzutreten. Der ganze Vorgang ist analog wie später bei der Bildung jener Zellen, die das äußere mesodermale Blatt des Polypids liefern sollen. Jetzt, zur Zeit wo die Phagocytose bemerkbar wird, ist die Bildung des Polypids noch nicht so weit gediehen, wohl aber sind die Wände des Cystids schon imstande, das Material für seinen weitern Aufbau zu schaffen. Die Zellen, die jetzt schon vereinzelt austreten, wirken nun als Phagocyten. Mesodermzellen und Phagocyten sind so auch hier dieselben Zellen, haben denselben Ursprung und erfüllen nur verschiedenen Zweck, bedingt durch den Zeitpunkt ihres Entstehens. Es liegen die Verhältnisse demnach hier wie anderswo, wo Mesodermzellen einmal die Rolle als Freßzellen, das andere Mal als Bildungszellen spielen können. In Fig. 17 ist so eine Zelle (*ph*) mit langem amöboiden Fortsatz aus der Nachbarschaft hervorgetreten, während in Fig. 18 eine ebensolche Zelle schon ganz aus dem Gefüge heraus ist und nur durch zwei Plasmabrücken noch mit ihm zusammenhängt. In Fig. 19 endlich habe ich eine völlig isolierte Zelle, die ganz in der Nähe der untern Wand lag, wiedergegeben. Mit ihren Fortsätzen gemessen hatte die Zelle eine Länge von 16 μ, während ihre Breite 4 μ betrug. Ebenfalls ganz in unmittelbarer Nähe von der Wandung fand ich die beiden Phagocytenzellen Fig. 14a u. b. Aus der großen Ähnlichkeit ihrer Kerne mit denen der zuletzt beschriebenen Formen kann ich wohl mit Recht schließen, daß letztere zwei Zellen Phagocyten sind, die durch Loslösung aus der Wandung eben entstanden, auf ihrem Wege sogleich die Muskelfragmente gefunden haben und nun im Begriff sind sie in sich aufzunehmen.

Der partiellen Einschmelzung der Vestibularzellen hatte ich im vorhergehenden Kapitel bereits Erwähnung getan, ebenso der Degeneration des Dorsalorgans.

Das gesamte aus der Histolyse der Larvenorgane hervorgegangene Material liegt innerhalb des Cystids entweder allenthalben zerstreut oder mehr zu einem Haufen zusammengezogen am Grunde

der in die Cystidhöhle hineinhängenden und durch die bekannte Einstülpung an der Dorsalseite der Larve entstandenen säckchenförmigen Bildung. Es verschwindet in dem Maße, wie die eigentliche Polypidbildung vor sich geht.

Auf allen den nun folgenden Präparaten (z. B. Fig. 24, 25, 27, 28) kann man Detritusmassen erkennen. Am längsten von ihnen persistieren kleine Muskelstückchen und jene beschriebenen Wimperwurzeln. Der letzte Rest dieses Materials scheint aber erst aus dem Innern des Cystids zu verschwinden, wenn nach erfolgter Entwicklung des Polypids letzteres imstande ist, nach außen hervorzutreten und selbst Nahrung aufzunehmen.

Die Resultate meiner bisherigen Untersuchung lassen sich in folgenden Sätzen kurz zusammenfassen:

1. Geschlechtsreife Zoöcien kommen bei *Alcyonidium mytili* fast zu allen Jahreszeiten vor.

2. Die Zeit des freien Larvenstadiums ist wechselnd und hängt im wesentlichen von dem Entwicklungsgrade ab, den die Larve innerhalb des mütterlichen Organismus erlangt hat. In demselben Grade muß natürlich auch die Festheftungszeit eine verschiedene sein.

3. Zur Anheftung bevorzugen die Larven möglichst glatte Flächen. Ihre Beeinflussung durch Licht ist nicht möglich.

4. Die Orientierung über die Unterlage erfolgt mittels des birnförmigen Organs.

5. Es folgt nun die eigentliche Festsetzung und der Akt der Umwandlung.

Hierbei läßt sich feststellen:

a) Ausstülpung des Vestibulums.

b) Dehnung der dorsalen Larvenpartie und Umkrempelung des Wimperkranzes.

c) Verschmelzung des Randes mit der Anheftungsplatte.

d) Einstülpung an der Dorsalscheibe.

6. Umwandlung dieser Einstülpung in ein vollkommen geschlossenes Säckchen.

7. Zerfall der Larvenorgane.

8. Teilweise Aufnahme der Muskelfasern durch Phagocyten.

V. Veränderungen in der äußern Form.

Ehe ich nun zur eigentlichen Polypidbildung selbst übergehe, möchte ich ganz kurz noch einige Maße angeben, die auf die Form-

veränderungen Bezug nehmen, welche sich von der Larve angefangen bis etwa zu dem Stadium vollziehen, das ich in Fig. 7 verlassen habe. Die Entfernung zwischen der oralen und aboralen Körperwandung einer freien Larve beträgt im Durchschnitt 0,15 mm, die zwischen den Coronazellen gemessene 0.2 mm, es ist also die Larve etwas breiter als hoch.

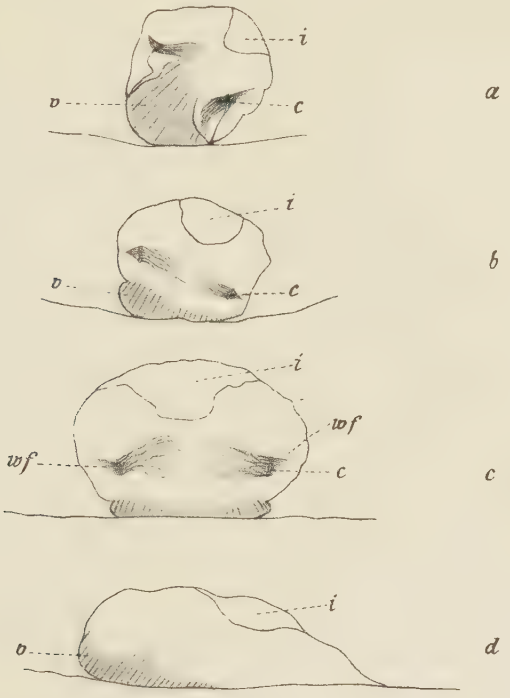


Fig. C.

Schematische Darstellung von 4 Cystiden, welche die Veränderung in der äußern Form im Laufe der Entwicklung zeigen.
i Stelle, an der die Einstülpung des Dorsalorgans erfolgt ist. *c* Coronazellen. *v* Vestibularzellen. *wf* Wimperfasern.

Zeichnung a in Textfig. C entspricht einem Stadium, wie es auch Fig. 6a wiedergibt. Das Vestibulum ist jetzt ausgestülpt, demgemäß hat sich der ganze Körper etwas verlängert, der Abstand zwischen dem untern Rande und dem Punkte, wo sich die beiden Falten über dem in die Tiefe gerückten Dorsalorgan geschlossen haben, beträgt nun 0,175 mm, der Abstand in der Querrichtung 0,15 mm (eine

andere Larve mit ausgestülptem Vestibulum ergab die Maße 0,2 und 0,125 mm). Diese Angaben wieder mit den ersten verglichen zeigen somit, daß eine Größenzunahme in dorsoventraler Richtung erfolgte, während umgekehrt eine Verschmälerung des Körpers damit verbunden war.

Zeichnung b dieses Schemas gibt eine etwas ältere Larve wieder, die sich genau in ähnlicher Weise wie bei a festgesetzt und dann weiter entwickelt hatte. Die Schattierungen an der Basis geben an, daß links noch prismatische Vestibularzellen vorhanden sind, während rechts die Abflachung zu der Anheftungsplatte sich schon mehr vollzogen hat. Messungen an dieser Form ergaben 0.125 und 0,15 mm, d. h. im Gegensatz zu der vorigen Zunahme ist kurze Zeit nach erfolgter Festsetzung bereits wieder eine Abnahme des dorsoventralen Abstandes festzustellen, was auch schon äußerlich auffällt, wenn man die beiden Totalbilder Fig. 3 und 4 betrachtet.

Noch etwas weiter in der Entwicklung vorgerückt war das Cystid, dessen Schnitt Zeichnung d darstellt. Seine Ausdehnung ist mehr nach der einen Seite, in der Zeichnung nach rechts hin erfolgt, während linkerseits ebenfalls noch Vestibularzellen liegen. So kommt es dann, daß auf der einen Seite die obere Wand des Cystids sich allmählich hinabsenkt, während auf der gegenüberliegenden (entsprechend der linken Seite in b) die Seitenwand mit leichter Abrundung in die untere Fläche übergeht. Die Stelle der obern Einstülpung wird somit, der Ausdehnung nach rechts folgend, ebenfalls nach dieser Richtung hin verschoben. Solche Totalpräparate zeigen eine etwas mehr langgestreckte Form und sind auf der Oberseite meist mit einer leichten Einsenkung versehen. Der Abstand zwischen oberer und unterer Wand betrug in unserm Falle 0,1 mm, der Querdurchmesser 0,27 mm, es übertrifft also letzterer die Höhe fast um das Dreifache. Ich habe solche Formen bei meinen Untersuchungen sehr häufig gefunden.

Zeichnung c ist ein Schema, wie es Schnitte durch Totalpräparate ähnlich Fig. 4 ergaben, und das Ergebnis völlig normaler Entwicklung. Die Maße an dieser Larve waren verhältnismäßig groß, ich konnte 0,16 : 0,25 feststellen. Kommt es bei einer derartigen Form zu weiterer Ausdehnung, so wird diese ganz gleichmäßig nach allen Seiten hin erfolgen, und die Symmetrie wird hier nicht gestört.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß, solange die bisherigen Prozesse lediglich als Vorstufen zu der weitern Entwicklung zu betrachten sind und nur der Vollendung der äußern Form zustreben,

man an dieser im allgemeinen eine allmähliche Verbreiterung, entsprechend der Ausdehnung der Anheftungsplatte, aber gleichzeitig auch eine Abflachung konstatieren kann. Ein Wachstum des Cystids nach allen Seiten hin erfolgt erst, wenn die eigentliche Polypidbildung weiter fortschreitet, was ein gelegentlicher Vergleich dieser hier beschriebenen Cystide mit ältern Formen sofort zur Genüge beweist.

VI. Die Polypidbildung.

Den Begriff „Polypid" fasse ich im Sinne Prouho's (27), der ihn folgendermaßen definiert (p. 559): „Unter der Bezeichnung Polypid verstehen wir insgesamt den Digestionstractus, das nervöse Organ und die Muskeln. — Wenn ich den Ausdruck beibehalte, so geschieht dies, weil er erlaubt, mit einem Worte alle jene Organe zu bezeichnen, die aus ein und derselben Anlage hervorgehen und alle der periodisch wiederkehrenden Erscheinung der Histolyse und der Regeneration unterliegen."

Barrois (1) gibt im Jahre 1877 eine Zusammenstellung aller jener Ansichten, die über die Umwandlung der Larve, die Cystid- und Polypidbildung bis zu seiner Zeit die allgemein herrschenden waren. Vigelius (36) läßt dann 1886 eingangs seiner Abhandlung „Zur Ontogenie der marinen Bryozoen" eine kurze Übersicht über die in der Zwischenzeit publizierten Arbeiten folgen. Der dann in neuerer Zeit erschienenen, von denen wieder besonders die von Barrois (3), Ostroumoff (24, 25), Prouho (27, 28), Calvet (5) und Kupelwieser (18) interessieren, habe ich in den vorigen Kapiteln bereits Erwähnung getan. Bei Durchsicht dieser Literatur und Vergleich der Arbeiten der verschiedenen Forscher, drängt sich sofort der Eindruck auf, daß der Prozeß der Polypidbildung bei den Bryozoen durchaus nicht in gleichförmiger Weise verläuft, und man kann sagen, daß fast ebensoviel verschiedene Ansichten über dieses Thema vorliegen, als Forscher sich damit beschäftigt haben. Ja es ist nicht einmal möglich, hinsichtlich der Arten ein und derselben Gattung vollkommene Übereinstimmung zu erhalten: Abweichungen in der einen oder andern Richtung liegen stets vor und sind im wesentlichen durch den Bau der aboralen Larvenpartie und deren histologische Deutung seitens der einzelnen Forscher bedingt.

Nach Barrois (3) geht die Polypidbildung bei *Lepralia* in der Weise vor sich, daß aus den Elementen der eingestülpten Kalotte das innere Blatt des jungen Polypids entsteht, während aus zwei

Zellenpolstern, die als eine Verdickung an der Vorderwand der Larve auftreten und die nach erfolgter Festsetzung in das Innere gelangen, die äußere Schicht hervorgehen soll. Ostroumoff (25) für *Lepralia* und Vigelius (37) für *Bugula* stimmen, soweit es das innere Blatt betrifft, Barrois bei; auch nach ihnen entsteht es durch Einstülpung des aboralen, ectodermalen Scheibenorgans; betreffs der äußern Schicht aber sind beide der Meinung, daß diese mesodermalen Ursprungs sei.

Auch Kupelwieser (18) konstatiert für Cyphonautes, daß das Scheitelorgan nicht histolysiert wird, sondern zur Bildung des Polypids beiträgt, dessen innere Schicht aus den äußern Zellen jenes Organs seinen Ursprung herleiten soll, während er für das äußere Blatt des Polypids nur die Möglichkeit zugibt, daß es von den innern Zellen des Scheitelorgans gebildet wird.

Wesentlich anders lauten die Resultate von Prouho (28) und Calvet (5). Prouho bezeichnet bei *Flustrella* als aborales Organ ein aboral gelegenes Sinnesorgan, welches von einer ectodermalen Verdickung umgeben ist, unter der eine zusammenhängende mesodermale Zellenlage angetroffen wird. Nach erfolgter Festsetzung wird das nervöse Organ in die Tiefe des Cystids versenkt, während die umgebende ectodermale Verdickung über ihm zu einer Zellenplatte sich zusammenschließt. Das Organ selbst histolysiert, und die jetzt zweischichtige Anlage „disque méso-ectodermique" biegt sich ein, verschmilzt an ihren Enden und bildet die Polypidanlage, die so aus einem innern und äußern Blatte besteht.

Nach Calvet besteht die obere Larvenpartie (calotte) bei *Bugula* ebenfalls aus einem zentralen nervösen Organ und einer peripheren ectodermalen Zellenverdickung, unter welcher sich eine zweite Zellenschicht ausbreitet, die Calvet als „épaississement mésiodermique" bezeichnet. Bei der Festheftung stülpt sich die Kalotte samt der Mesodermschicht ein. Außer dieser Einstülpungsöffnung tritt nun noch Calvet im Grunde der eingestülpten Kalotte, bedingt durch den Durchtritt des Neuro-Muskelstranges, noch eine zweite, kleine Unterbrechungsöffnung auf. Beide Öffnungen werden durch Differenzierung gewisser freier Zellen im Innern des Cystids ausgefüllt, so daß dann die Einstülpung ein geschlossenes Säckchen darstellt, das nun ähnlich wie bei *Flustrella* aus zwei Blättern, einem ectormalen innern und einem mesodermalen äußern, besteht.

Kurz zusammengefaßt lassen sich die Ansichten der Autoren in folgender Weise zusammenstellen:

Schichten der Polypidanlage.

	inneres Blatt	äußeres Blatt
Barrois	durch Einstülpung der Calotte	ectodermalen Ursprungs
Vigelius	durch Einstülpung des retractilen Scheibenorgans	mesodermalen Ursprungs
Kupelwieser	aus den äußern und ev. den innern Zellen des eingestülpten Scheitelorgans	
Prouho	aus der das aborale Organ umgebenden ectodermalen Verdickung	aus der lame mésodermique
Calvet	zum Teil aus der ectodermalen Verdickung, zum Teil aus freien Zellen	zum Teil aus der mesodermalen Verdickung, zum Teil aus freien Zellen

Wie bei *Flustrella* und *Bugula* repräsentiert auch bei *Alcyonidium* das aus der Einstülpung entstandene Säckchen die erste Anlage des Polypids, die allerdings nun hinsichtlich ihrer weitern Entwicklung einen von den übrigen Formen abweichenden Gang einschlägt. Wie bereits früher bemerkt, zeigte sich diese erste Anlage meistens auf 12—14 Schnitten, von denen die mittlern das Aussehen von dem in Fig. 9 wiedergegebenen hatten. Das Säckchen liegt völlig unter der Körperwandung und erscheint seitlich ein wenig zusammengedrückt. Seine Höhe betrug an dem Schnitt (Fig. 9) gemessen 0,0233 mm, der Längsdurchmesser 0,0633 mm, während in Fig. 5 der entsprechende Durchmesser am obern Ende knapp 0,075 mm ausmachte, wie man sieht, eine ziemlich unerhebliche Differenz, so daß man wohl behaupten kann, daß die nach der Festsetzung geschaffenen Raumverhältnisse sich inzwischen wenig geändert haben.

Auf die Entstehung dieses Säckchens folgt jetzt sehr rasch eine Erweiterung desselben, die, wie ich mich in verschiedenen Fällen durch den Augenschein überzeugen konnte, meist schon $1^1/_2$—2, regelmäßig aber 4 Stunden nach Überführung der Larven in das Aquarium eingetreten war. Während aber alle bisherigen Vorgänge sich an den ehemaligen Larvengeweben abspielten und ebenso auch die Bildung des Säckchens auf solche zurückzuführen ist, stellt die nun auftretende Erweiterung eine völlige Zellneubildung dar. Was ihre Lage anbetrifft, so schließt sie sich jener ersten Bildung derart an, daß sie gleichsam eine Fortsetzung derselben in deren Längsrichtung bedeutet, wie das Totalbild (Fig. 24) veranschaulicht. Letzteres stammt von einer Larve 3 Stunden nach erfolgter Festsetzung und zeigt den ganzen Vorgang schon beendet. Ich wählte

zu den folgenden Ausführungen häufig Totalpräparate, da sie die Verhältnisse übersichtlicher zeigen, doch habe ich mich bemüht, soweit es angängig war und das Material mir zur Verfügung stand, diesen Totalbildern zur genauen histologischen Erläuterung die entsprechenden Schnitte beizugeben.

Einen Übergang zwischen Fig. 9 und Fig. 24 bildet das Totalpräparat Fig. 20. Unter Hunderten auf diesen Punkt hin von mir untersuchten Stadien habe ich nur ein einziges Mal ein Präparat wie das abgebildete erhalten, wieder ein Beweis dafür, wie außerordentlich schnell gerade die ersten Entwicklungsphasen sich abspielen. Dieses, wie auch die folgenden Totalbilder, ist im optischen Durchschnitt gezeichnet. Inmitten der Zerfallsmassen liegt zunächst das aus der Einstülpung hervorgegangene primäre Säckchen (*pr. Z*), wie ich es von nun an nennen will; die wiedergegebenen Partien entsprechen somit den Seitenwänden der Einstülpung. Der rechten Wandung schließt sich nun eine etwas dunkler erscheinende Zone an (*sec. Z*), die in Keilform sich allmählich in die Tiefe senkt und überall von dem Detritus umgeben ist. Es stellt diese Partie den in Entwicklung begriffenen Erweiterungsbau dar. Genauer läßt sich dies an den folgenden Abbildungen Fig. 21 u. 22 erkennen, wo alles schon weiter gediehen ist. Das zur Erweiterung bestimmte Zellenmaterial macht sich in Fig. 21 als ein solider Zellenhaufen bemerkbar, der von der einen Seitenwand des primären Säckchens gebildet wird. Es will in Fig. 22 den Anschein haben, als ob dabei auch die Ectodermwand in der allernächsten Nähe des Zellensäckchens mit beteiligt wäre. In diesem massiven Zellenhaufen, der nun so entstanden, tritt bald ein Lumen auf (Fig. 21), das durch Einschmelzung gewisser Partien entsteht, zunächst aber noch nicht mit dem größern des Primärsäckchens in Verbindung ist. In Fig. 21 hat das Lumen schlitzförmige Gestalt, zieht von oben nach unten und liegt mehr nach der Seite des ersten Säckchens zu, während nach der andern sich noch ein solider Zellenkomplex hin erstreckt. Doch läßt sich auch hier schon sehen, wie auch nach dieser Richtung hin das Lumen sich vergrößern will, indem von dem Spalte ausgehend rechts oben ebenfalls die Zellen schon sich aufzulösen scheinen und statt ihrer bereits histolysiertes Material angetroffen wird. Hervorheben will ich, daß die beiden Nachbarschnitte dieser Serie noch nichts von derartigen Einschmelzungen zeigten, diese somit auf dem wiedergegebenen Schnitte zuerst auftraten, bei dem die Zellen-

proliferation auch nach rechts hin die größte Ausdehnung erreicht hatte.

Bedeutend weiter entwickelt liegen nun die Verhältnisse in Fig. 22, die sich aber ohne weiteres aus den bisherigen ergeben. Es ist dieser Schnitt wie auch der in Fig. 21 so geführt, daß die junge Anlage in ihrer Längsrichtung getroffen wird. Links liegt das erste Zellensäckchen (*pr. Z*) mit seinem ovalen Lumen, rechts, noch von ihm getrennt, die anschließende Bildung, die sich im Gegensatz zu der vorigen Serie bedeutend weiter ausgedehnt hat und in der, wie man deutlich sieht, die Einschmelzungen in lebhafter Weise vor sich gehen. Die Ränder im Innern sind deshalb nicht glatt, sehen vielmehr wie ausgefasert oder angefressen aus. Von der äußern Wandpartie nach innen zu geht daher das Plasma schließlich in einen Detritus über, in dem man sogar noch Kerntrümmer (*k*) nachweisen kann. Die Einschmelzung ist hier soweit fortgeschritten, daß nur noch eine schmale Plasmazone die Kommunikation beider Lumina verhindert.

In Anschluß hieran ist Fig. 23 zu betrachten, wo dieser Prozeß vollendet ist. Der Schnitt ist in der Richtung des Pfeiles a in Fig. 25 geführt, trifft also die ganze Anlage in allen ihren Teilen. Man sieht hier genau dasselbe wieder wie vorher, nur hat sich die Erweiterung zu einem zweiten Säckchen ausgebildet, das gleichsam eine Fortsetzung des ersten darstellt und mit ihm jetzt durch Schwinden der Scheidewand in offene Verbindung getreten ist. Zerfallsmassen im Innern sind im Gegensatz zu den vorangegangenen Schnitten nicht mehr zu bemerken, desgleichen sind die Ränder jetzt völlig glatt, wie dies übrigens in Fig. 22 an dem obern Rande auf einer kleinen Strecke ebenfalls bereits zu bemerken war.

Fig. 24 zeigt nun die beiden Säckchen im Totalbild: das obere primäre und das untere erst nachträglich entstandene, welches ich als das sekundäre Zellensäckchen (*sec. Z*) bezeichnen möchte. Beide Abschnitte sind hier noch durch eine Scheidewand voneinander getrennt, die ja eigentlich die Seitenwand des primären Säckchens darstellt, entsprechend der linken oder rechten Wandpartie in Fig. 9, und so vorläufig noch eine Verbindung der beiden Hohlräume verhindert. Die bisher betrachteten Schnitte und Totalpräparate ergeben also: Die Weiterentwicklung erfolgt auf der einen Seite des primären Zellensäckchens und von dessen Wandung aus. Die neugebildete Anlage stellt wiederum ein Säckchen dar.

Die Folge zu diesem letzten Totalpräparat bilden die Abbildungen

Fig. 25 u. 26. Die Scheidewand ist geschwunden, und beide Lumina treten in Kommunikation miteinander, wodurch auch die Wandungen so kontinuierlich ineinander übergehen, daß es immer schwerer wird (Fig. 26), die Grenzen zwischen den beiden Säckchen festzustellen. An verschiedenen Schnittserien, die senkrecht zur Längsachse durch Bildungen ähnlich den Figg. 24—26 ausgeführt wurden, konnte ich mich überzeugen, wie allmählich diese trennende Wand verloren ging. Auf jüngern Anlagen (Fig. 24), wo beide Abschnitte noch durch diese Wand voneinander abgesetzt waren, entfielen ungefähr 12 Schnitte auf das primäre Zellensäckchen, 11—15 auf die zweite Bildung, so daß eine derartige Schnittserie meist 24—26 Schnitte aufwies.

Schnittserien durch Anlagen ähnlich der Fig. 26 bestanden aus 18—20 Schnitten, ergaben also hier dasselbe, was auch schon äußerlich zu erkennen war, nämlich die Verkürzung der Längsachse der Gesamtanlage auf diesen Stadien gegenüber den vorhergehenden. Dasselbe sieht man auch sofort bei Vergleich der Abbildungen Fig. 22 u. 23, die bei derselben Vergrößerung gezeichnet sind. In Fig. 24 ist ferner die Wandung des primären Zellensäckchens (*pr. Z*) bedeutend schwächer als die des sekundären. Es hat dies seinen Grund darin, daß, je älter die Zellen werden (primäres Säckchen), sie um so mehr das Bestreben haben, sich abzuflachen, während im Gegensatz hierzu die jugendlichen und hohen Zellen des zweiten Säckchens, bei dem so lebhaft sich abspielenden Wachstumsprozeß, oft derartig ineinander keilen, daß sie in mindestens zwei Schichten nebeneinander zu liegen scheinen. Auf diese Weise kommt es auch von selbst, daß das Lumen des zweiten Säckchens sich oft bis auf einen schmalen Spalt verringert, während das des primären (Fig. 24) bedeutend weiter erscheint.

Fig. 27 u. 28 sind Schnitte, die in der Richtung der Pfeile b und c durch Stadien geführt sind, die etwa zwischen den Totalpräparaten 25 und 26 liegen mögen. Fig. 27 hat das primäre, Fig. 28 das sekundäre Säckchen getroffen. Die beiden Schnitte, die natürlich ein und derselben Serie entnommen sind, zeigten Folgendes: Die Zellen des primären Säckchens (Fig. 27) waren bedeutend schwächer gefärbt als die von Fig. 28, die intensiv den Farbstoff — Alaunkarmin — aufgenommen hatten und fast dunkel erschienen. Ebenso fällt beim Vergleiche beider Figuren der eben auch an dem Totalbilde Fig. 24 erkannte Gegensatz in der Weite der Lumina der beiden Säckchen auf. In Fig. 27 liegt die größte Ausdehnung

des Lumens von rechts nach links und beträgt 0,05 mm, während die Weite des Lumens in Fig. 28 nur 0,01 mm maß. Anders liegt es bei dem Abstande zwischen der obern und untern Wand des Zellensäckchens, der in Fig. 27 0,0266 mm, in Fig. 28 dagegen 0,04 mm betrug. Daraus folgt, daß der zuletzt gebildete Abschnitt etwas tiefer in das Cystid hinabreicht als jener durch Einstülpung zuerst entstandene. An wenig ältern Stadien (Fig. 26), verwischt sich dann dieser anfänglich scharfe Gegensatz der beiden Abschnitte mehr und mehr in dem Maße, als die ganze Anlage auch äußerlich eine einheitliche Form annimmt; das primäre Säckchen geht schließlich unmerklich in das sekundäre über und bildet dann mit ihm ein Ganzes, dessen Wände ein gemeinsames, spaltförmiges Lumen umschließen.

Auch die Form des Cystids ist aus den beiden Schnitten zu erkennen. Seine obere Wandung wölbt sich etwas in Fig. 28 über der Polypidanlage hervor, eine Eigentümlichkeit, die ich bei den meisten Serien wiedergefunden habe. Überhaupt sind die Formverhältnisse der Cystide auf dieser Entwicklungsperiode recht übereinstimmende, was nur dadurch zu erklären ist, daß die früher vorhandenen, durch die Art der Festsetzung bedingten Verschiedenheiten der Cystide später durch Wachstum wieder ausgeglichen werden.

Ich wende mich nun der genauern Histologie der Polypidanlage zu. Wie in Fig. 9 die erste Polypidanlage, so stellt in Fig. 21 u. 22 das dieser Anlage entsprechende primäre Säckchen (*pr. Z*) nach wie vor einen Zellenring dar, in dem die einzelnen Zellen fast regelmäßig nebeneinander liegen, sich schwach, aber immerhin doch erkennbar gegeneinander abgrenzen und in ihrem Plasma Dotterkörner eingelagert enthalten. Schon auf den letzten beiden Abbildungen fallen aber einige Zellkerne auf (*mZ*), die außen in der allernächsten Nachbarschaft liegen oder sich direkt dem Zellenringe angelagert haben. Noch deutlicher wird dies in den folgenden Figg. 27—29.

Um es kurz vorweg zu sagen, handelt es sich hier um:

Die Bildung des zweiten Blattes des Mesoderms.

Nach Calvet (5) gehen die freien mesenchymatösen Zellen in dem Cystid z. T. durch Differenzierung aus Zellen hervor, die er als „éléments endodermiques“ bezeichnet, z. T. aber entstehen sie aus dem Epithel selbst, indem dessen Zellen an einer bestimmten Stelle

sich lebhaft zu vermehren beginnen und Elemente erzeugen, die als mesenchymatöse in die Cystidhöhlung abgestoßen werden, in ähnlicher Weise wie es bei der Bildung seiner Phagocyten der Fall war.

Ich habe mich bei *Alcyonidium* überzeugt, daß jene Zellen, die die äußere Schicht „das Mesoderm“ unserer Anlage bilden, aus dem Ectoderm der Cystidwand herstammen. Die Zellen dieser Wandung bilden gewöhnlich hier eine dünne Schicht, die später bei ältern Formen, wo sich bereits eine feste Cuticula gebildet hat, häufig Lücken aufweist. Meist findet man dann unter der Cuticula einen äußerst zarten Plasmasaum, aus dem die Kerne, hier und da mit einem etwas dichtern Plasmahofe umgeben, hügelig sich hervorheben. Zu dem Zeitpunkte nun, wo es sich um die Bildung jener Mesodermzellen handelt, zeigen diese Wandzellen da und dort, am deutlichsten aber in der nächsten Nachbarschaft der Polypidanlage, eine Neigung, neue Zellen zu bilden. Diese neu entstandenen Elemente liegen dann nach dem Innern des Cystids zu und werden schließlich abgestoßen. So trifft man zu dieser Zeit in der Cystidhöhlung häufig eine Menge freier Zellen, die einen ziemlich großen Kern besitzen und von einem schmalen Plasmasaum umgeben sind. Diese Zellen zeigen im allgemeinen alle das Bestreben, nach dem Polypid hin zu gelangen, wenigstens trifft man sie in dessen Nähe am zahlreichsten an. Wenn nun auch die Bildung jener Mesodermzellen in der Nachbarschaft der Polypidanlage am lebhaftesten stattfindet, so sind doch die übrigen Wandpartien hiervon nicht ausgeschlossen. Jeder Teil der Wandung scheint vielmehr zu ihrer Bildung fähig zu sein. Selbst an der untern Cystidwand, die dem Photoxylinhäutchen auflag, hatte ich Gelegenheit, diese Tatsachen feststellen zu können. Es scheinen die hier erzeugten Zellen vornehmlich den mesodermalen Belag an der untern Partie der Polypidanlage zu bilden. Häufig hat es den Anschein, als ob die Zellen der Cystidwand selbst aus ihrem Zellverbande sich loslösten, um sich dann der Oberfläche der Polypidanlage wieder anzulegen, so daß dann auf diese Weise förmliche Lücken in dem ehemals kontinuierlichen Zellenbelage der Cystidwandung geschaffen werden. In Fig. 29 sieht man rechts neben der Polypidanlage in der obern Cystidwand eine solche Lücke, die von 2 eben ausgetretenen Zellen herrührt, die nunmehr im Begriffe sind, sich der Polypidwand anzulegen (*mZ* rechts in der Fig.), aber doch noch durch einen feinen Ausläufer mit dem Wandplasma in Verbindung stehen. Die beiden Zellen würden genau den Raum füllen, der

jetzt durch ihr Austreten geschaffen ist. Ähnlich sieht es links aus, wo die eine Zelle (*) sich eben anschickt, aus dem Ectoderm auszuscheiden, aber doch noch inniger, als es rechts der Fall war, mit ihm zusammenhängt. An den Ring selbst haben sich schon in gewissem Abstande voneinander mehrere mesodermale Zellen (*mZ*) mit schmächtigem Plasmaleib angelagert, die aber noch so weit voneinander entfernt liegen, daß man von einem kontinuierlichen, mesodermalen Blatte nicht sprechen kann. Dasselbe gilt auch von Fig. 27, während in Fig. 28 die Kontinuität wenigstens auf großen Strecken hergestellt ist, auf denen dann die neugeschaffene Mesodermanlage eine z. T. recht ansehnliche Dicke aufweist.

Ich habe in Fig. 30 den rechten obern Wandabschnitt des Schnittes Fig. 27 bei stärkerer Vergrößerung wiedergegeben, um die Loslösung jener Zellen deutlicher zeigen zu können. Nach außen wird die Wand durch eine schwache Cuticula (*Cu*) abgeschlossen, der innen ein kontinuierlicher Plasmabelag aufliegt, in dem in fast regelmäßigem Abstande eine Reihe von Kernen sich vorfinden. Unter dieser ersten Kernreihe liegen aber hier und da andere Kerne, bald mehr, bald weniger weit von den ersten entfernt. Letztere sind die durch Proliferation nach innen zu neu entstandenen. Das Protoplasma, das diese Kerne umhüllt, ist dort, wo rechts im Präparat der zweite Kern noch direkt unter dem ersten liegt, ganz im innigen Zusammenhang mit dem Wandplasma, während im Gegensatz hierzu links, wo die Kerne sich bereits weiter von ihrer Ursprungsstätte entfernt haben, das zugehörige Plasma nur noch mit feinen Ausläufern mit jenem der obern Wand in Verbindung steht. Man kann sich so leicht vorstellen, wie auch dieser feine Zusammenhang schließlich aufhört und die Zellen frei der Polypidanlage zustreben. Die einzelnen Phasen in der Bildung eines kontinuierlichen Mesodermüberzuges sind außer an den besprochenen Figuren auch aus den Schnitten Fig. 34 u. 35 zu ersehen (*mZ*). In Fig. 34 ist die untere Partie der Polypidanlage noch z. T. von Mesodermzellen entblößt, während in Fig. 35 das innere Blatt überall von einer äußern, mesodermalen Zellenbekleidung umgeben ist. Im untern Drittel dieses Polypidsäckchens, in dessen Innern sich auch schon weitere, später zu erörternde, histologische Differenzierungen vollzogen haben, zeigen einzelne Mesodermzellen bereits merkliche Abflachung.

Links oben in derselben Figur will sich gerade noch eine Zelle aus der Cystidwand ablösen, um die Lücke gegenüber auszufüllen.

Fig. 31 stellt einen Teil der Wandung eines Polypidschnittes

dar. Die zusammenhängende Zellreihe linkerseits ist das erste, spätere innere Blatt (*Ec*) der Polypidanlage, dem sich nun außen neue Zellen, Mesodermzellen, anlegen (*mZ*), deren Plasmaleiber nach allen Richtungen hin feine Ausläufer entsenden, mit denen sie auch in gegenseitige Verbindung treten. Irgendwelche mesenchymatöse Elemente, die dem ehemaligen Mesenchym der Larve zuzurechnen wären, beteiligen sich an der Bildung dieser Mesodermlage in keiner Weise. Ich habe solche Zellen auf diesen Stadien überhaupt nur selten angetroffen, und sie ließen sich dann auch durch die meist deutlich erkennbaren degenerativen Vorgänge an den Kernen leicht von den neu gebildeten Mesodermzellen unterscheiden. An den Kernen der letztern konnte man stets (Fig. 30 u. 31) ein achromatisches Netzwerk mit eingelagerten chromatischen Bestandteilen sowie einem zentralen verhältnismäßig großen Nucleolus erkennen.

Der von mir geschilderte Vorgang der Mesodermbildung findet, wie die Untersuchungen von Römer (31) ergeben haben, ihre Wiederholung bei der Knospung unserer Bryozoe. Römer hebt in seiner Arbeit mehrmals hervor, daß er sich bei *Alcyonidium mytili* auf das deutlichste überzeugen konnte, daß Ectodermzellen an der Bildung des Mesoderms sich beteiligten. Der Austritt jener Zellen aus dem ectodermalen Verbande gestaltet sich dort in derselben Weise, wie ich es oben beschrieben habe. Daneben beteiligen sich dann bei der Knospung noch Mesenchymzellen, die vom Mutterzoöcium herrühren und in diesem ähnlich entstanden sein müssen — wie ferner auch aus mehreren Abbildungen (Fig. 32—35) der Arbeit Silbermann's (35) hervorgeht —, wie es nach meinen eignen hier vorgetragenen Untersuchungen für das erste Zoöcium der Fall ist. Römer gibt dann weiter an, wie auf spätern Stadien sich diese Mesodermzellen in epithelialer Lage direkt dem Ectoderm anlegen und die junge Polypidknospe bilden helfen. Wir sehen also, wie der von mir beschriebene Vorgang der Mesodermbildung, wie er bei der Bildung des ersten Polypids sich abspielt, auch für die spätere Entwicklung Geltung hat und sich mit geringer Modifikation bei der Bildung jeder einzelnen Knospe wiederholt.

Die ganze Polypidanlage hat schließlich eine vollständige Bekleidung von jenen Mesodermzellen erhalten, die sich im Gegensatz zu den Zellen des innern Blattes nur in streng einschichtiger Lage anordnen und von erstern meist durch einen scharfen Kontur abgegrenzt sind. Anfänglich ähnlich den Zellen des innern Blattes, nur weniger hoch als diese, platten sich später die Mesodermzellen

mehr und mehr ab und stellen schließlich bei dem fertigen Polypid ein äußerst feines Plattenepithel dar (Fig. 51, 52, 54).

Auf allen bis jetzt von mir besprochenen Abbildungen fällt sofort die große Menge von Dotterkugeln auf, die sich in der Polypidanlage vorfinden und z. T. in dem innern, z. T. im äußern Blatte liegen. Ja, auf einigen Schnitten war es sogar möglich, derartige Schollen selbst im Innern des Zellensäckchens noch festzustellen. Es drängt sich dabei sofort die Frage auf: wie gelangen diese Gebilde hierhin und welchem Zwecke dienen sie? Sie läßt sich kurz dahin beantworten, daß die Dotterkugeln der Cystidhöhle seitens der Wandzellen resorbiert, z. T. sogar von ihnen wieder in den von der Polypidwand umschlossenen Raum, der wesentlich dem Lumen des spätern Verdauungstractus entspricht, abgeschieden werden (Fig. 34. 41). Schon in einem frühern Kapitel dieser Arbeit, gelegentlich der Besprechung des Schittes Fig. 9, erwähnte ich, daß an jenen Stellen, wo solche Dotterkugeln sich vorfänden, die Zellabgrenzung nach dieser Seite hin undeutlich und verschwommen erschiene und es aussehe, als ob jene Zerfallsmassen von dem Zellplasma umflossen würden. Bei den meisten von mir untersuchten Schnittserien konnte ich nur immer wieder die Tatsache konstatieren, daß jene Dotterschollen bereits aufgenommen waren; eingehendere Beobachtungen aber über diesen Punkt waren mir erst möglich, als ich Serien fand, bei denen jene Schollen auch in unmittelbarer Nähe der jungen Anlage sich vorfanden. An solchen, denen auch die Schnitte Fig. 31 u. 32 entnommen sind, konnte ich feststellen, daß dort, wo solche Dotterkugeln in der Nachbarschaft der Polypidanlage liegen, diese stets das Bestreben hat, sie aufzunehmen. Hierzu werden von den Wandungen amöboide Fortsätze ausgestreckt, um sie zu erreichen, und schließlich werden die Schollen ganz vom Plasma der betreffenden Zellen umflossen. Ähnliche Vorgänge sind an Entwicklungsstadien der verschiedensten Tiere wiederholt geschildert worden, besonders eingehend durch H. Reichenbach (29) von den Entodermzellen der Urdarmwand bei *Astacus fluviatilis*. In fig. 41 jener Arbeit handelt es sich ebenfalls um die Aufnahme von Dotterelementen, die durch pseudopodienartige Fortsätze seitens dieser Entoderzellen umsponnen und so aufgenommen werden.

Während nun zur Zeit, wo die Polypidanlage noch lediglich aus dem ectodermalen Säckchen besteht, die Ectodermzellen allein an

dem Vorgange der Dotteraufnahme beteiligt sind (Fig. 31), übernehmen nach erfolgter Umkleidung der Anlage mit Mesoderm die Mesodermzellen die Aufnahme und Resorption des Dotters, wie man an den verschiedensten Stellen der Fig. 32 beobachten kann. Wenn wir nun auf wenig ältern Stadien (Fig. 34 u. 41) Dottermassen sogar im Innern des Säckchens antreffen, so erhellt daraus, daß die Wandzellen der Polypidanlage die aufgenommene Dottermenge nur in dem Grade bei sich behalten, als sie imstande sind, sie zu assimilieren, den Überschuß aber an das Polypidlumen abgegeben haben. Wenn wir in Fig. 32 gewisse Dotterkugeln des ectodermalen Polypidblattes bereits recht nahe dem innern Lumen gerückt sehen, so handelt es sich hier offenbar um solche abzustoßende Dotterkörner.

Auf Grund der angezogenen Figuren komme ich zu der Überzeugung, daß ein ansehnlicher Teil des Dotters förmlich durch die Polypidwand hindurch in das Lumen filtriert wird.

Am Schlusse dieses Abschnitts noch einige Worte über die äußern Gestaltverhältnisse und die Lagebeziehung der Polypidanlage zur Cystidwand. Nachdem das primäre Säckchen sich vom äußern Blatte abgeschnürt hat, bleibt es von der äußern Cystidwandung stets durch einen deutlichen Spalt abgegrenzt (Fig. 9). Dieselbe scharfe Grenze bleibt auch zur Zeit der Bildung des sekundären Säckchens erhalten (Fig. 22—24). Ausnahmsweise fand ich auf den Querschnitten Fig. 32 u. 34 in der Mitte der dorsalen Polypidwand eine Verbindung zwischen der Polypidanlage und der obern Cystidwandung; offenbar handelt es sich hier aber nur um eine vorübergehende oder verhältnismäßig lange erhalten gebliebene ursprüngliche Verbindung, die dann auch noch eine Unterbrechung erfahren muß, denn später findet man nichts mehr von ihr, wie Fig. 35 beweist.

Nach der Ausbildung des sekundären Säckchens und der Vereinigung seines Lumens mit dem des primären bilden beide Abschnitte zusammen die definitive, einheitliche Polypidanlage, die im Totalbilde von oben gesehen ein langes, schmales, seitlich komprimiertes Säckchen darstellt (Fig. 33) und aus einer innern ectodermalen und einer äußern mesodermalen Zellenschicht besteht.

Kaum hat die Polypidanlage den eben geschilderten Charakter angenommen, so setzten auch sogleich die weitern Entwicklungs-

vorgänge ein, die zur Bildung des Darmes, der Tentakel, Tentakelscheide, Muskulatur und der Anlage des Gehirnganglions führen. Die Untersuchungen früherer Forscher beziehen sich teilweise auf primäre Polypide, zum Teil auf die Entwicklung von Knospen. Die Ausbildung ist in beiden Fällen, wie Korschelt u. Heider (15) und auch Calvet (5) mehrmals hervorheben, dieselbe.

Was zunächst die Bildung des Darmes anbetrifft, so bestehen bei den ectoprocten Bryozoen zwei Ansichten, die allerdings nach Korschelt u. Heider nicht in fundamentalen Gegensatz zueinander zu bringen sind. Die erste bezieht sich zunächst auf die Phylactolaemata und wird von Kraepelin (17), Davenport (10) und Braem (6) vertreten. Braem und Davenport fanden dann weiter ähnliche Verhältnisse bei *Paludicella*, und Davenport glaubt außer bei dieser Bryozoe noch denselben Prozeß, vielleicht mit geringer Abweichung, bei andern marinen, gymnolämen Ectoprocten festgestellt zu haben. Auch H. Prouho (28) scheint für *Flustrella hispida* jener Ansicht zuzuneigen. Braem, p. 126, selbst äußert sich über die Bildung des Darmkanals bei *Paludicella* folgendermaßen: „Die der Resorption dienenden Darmabschnitte werden gemeinsam angelegt, indem auf jeder Seite der Knospe eine Längsfalte die Wandungen nach innen und gegeneinander zu einbiegt, worauf die benachbarten Teile des innern Blattes verschmelzen, und so durch eine Art Abschnürung das primäre Knospenlumen in den vordern Atrialraum und die hintere Darmhöhle getrennt wird.“

Zu anderer Ansicht ist H. Nitsche 1871 bei seiner Untersuchung an den Knospen von *Flustra membranacea* und weiter 1875 bei der Knospung der phylactolämen Süßwasserbryozoen gelangt. Nach ihm entsteht der Darmkanal dadurch, daß der untere Abschnitt der Polypidanlage durch eine jederseits auftretende Furche, die sich dann beide in der Mitte des Lumens vereinen, von dem obern abgesetzt wird und nur an zwei Stellen, dem spätern Mund und After, mit diesem in Verbindung bleibt. So wird hier der Darmkanal gleich in seiner ganzen Ausdehnung gebildet. Wenige Jahre später, 1877, gelangte Barrois (1) für *Alcyonidium mytili* zu einem Resultat, bei dem sich eine große Ähnlichkeit mit dem von H. Nitsche (22) aufgestellten Entwicklungstypus ergibt. Trotzdem sind auch in diesem Teile seiner Arbeit wieder viele Irrtümer enthalten, die auf falsche Deutung der einzelnen Vorgänge zurückzuführen sind und die es wünschenswert erscheinen ließen, diesen Abschnitt der Entwicklung nochmals einer Untersuchung zu unterziehen.

Gegen jene von Nitsche und Barrois vertretene Ansicht wendet sich nun Braem p. 127: „Von Nitsche's Beschreibung der Darmbildung bei *Flustra* und von derjenigen Barrois' bei *Alcyonidium* unterscheiden sich meine Beobachtungen dadurch, daß ich den durch die Abschnürung entstandenen Sack am oralen Ende geschlossen glaube, während nach den genannten Autoren hier eine Kommunikation mit dem Atrium als Mund persistieren soll, ferner dadurch, daß ich diese als Mund gedeutete Stelle auch späterhin nicht als solchen sondern als Übergangsstelle zwischen dem Cardialteil des Magens und dem Ösophagus in Anspruch nehme."

Barrois (3) selbst ist aber schon einige Jahre vor dieser Arbeit Braem's 1886 für die Entwicklung von *Lepralia unicornis* zu einer Meinung gekommen, die eigentlich, von histologischen Verschiedenheiten abgesehen, dasselbe ausspricht, was hier Braem und später Davenport behauptet, nämlich, daß der zuerst angelegte Darm nur durch den Anus mit dem übrigen Abschnitt kommuniziert, die Verbindung aber zwischen Pharynx und Ösophagus erst später hergestellt wird.

Bei den einzelnen Autoren besteht öfters eine Verschiedenheit in der Bezeichnung der einzelnen Darmteile, so daß derselbe Abschnitt von dem einen „ösophagealer", von dem andern „cardialer Teil des Magens" genannt wird. Ähnlich verhält es sich mit Pharynx und Mundöffnung. Ich schließe mich in meinen Bezeichnungen den bereits von S. Silbermann (35) bei der entwickelten Bryozoe hierfür angewendeten Namen an.

Nach Calvet (1900) liegen die Verhältnisse bei *Bugula* — und er glaubt auch bei den andern ctenostomen und cyclostomen Bryozoen — so, daß durch eine laterale Einfaltung die erste Anlage in zwei Teile zerlegt wird. Die so entstandenen Abschnitte stehen aber an einem Punkte miteinander in Verbindung, der später zum Anus wird. Aus der einen Portion, die Calvet als „partie dorsale" bezeichnet, soll nun Magen und Rectum hervorgehen, während aus der andern „la partie frontale" zunächst die Tentakelscheide entsteht und aus dem darunter gelegenen Teile „cavité pharingo-oesophagienne" Pharynx und Ösophagus sich bildet. Letzterer tritt dann mit dem Cardialteil, der inzwischen vom Magen aus gebildet wurde, in Kommunikation.

Die von H. Nitsche (22) aufgestellte Ansicht wurde später auch noch durch andere Forscher bestätigt, so durch Ehlers (1876) bei der Untersuchung von *Hypophorella expansa* und durch Seeliger (32) von *Bugula*-Knospen.

Meine eignen Beobachtungen beziehen sich entsprechend dem Rahmen meiner Arbeit zunächst auf die Darmbildung bei primären Polypiden, daneben habe ich jedoch auch, da mir gerade entsprechendes Material zur Verfügung stand, die Darmbildung an Knospen untersucht, an denen der Prozeß sich in gleicher Weise abspielt.

Das erste, was bei Betrachtung der Totalpräparate von primären Polypiden auffällt, ist eine sich schon jetzt anbahnende Erweiterung der Anlage in ihrem obern Abschnitt, wie es auch aus dem Querschnitt Fig. 34 sich ergibt. Während das Lumen des Säckchens aber bisher in seiner ganzen Ausdehnung ein einheitliches war, findet nun eine Änderung dieses Verhaltens dadurch statt, daß das innere Blatt jederseits in der Längsrichtung nach innen zu faltenartig vorspringt und schließlich die beiden gegenüberstehenden Falten sich berühren und in der Mittellinie vereinigen, ein Vorgang, den histologisch bereits Nitsche (22, 23), Kraepelin (17) und andere Autoren beschrieben haben. Durch denselben wird am Grunde des Polypidsäckchens ein Stück abgefaltet, das die erste Anlage des künftigen Darmrohres darstellt. In der Serie, welcher die Abbildung Fig. 35 entnommen wurde, war die Vereinigung dieser beiden Ränder auf 3 Schnitten zu sehen, auf einem vierten war sie noch nicht beendet. Es ergab sich ferner aus dieser Serie, daß die junge Darmanlage an der einen Seite blind endete, an der andern, nämlich da, wo die Abfaltung noch weiter nach aufwärts fortschreitet, mit dem übrigen Lumen des Polypids in Verbindung bleibt. Betrachten wir Fig. 35 selbst, so sieht man, daß infolge des Zusammentreffens der Falten die Darmanlage sich als ein selbständiges Lumen (*i*) repräsentiert, und ferner, daß an dem Zustandekommen der Abfaltung nur das ectodermale (innere) Blatt partizipiert, während das äußere mesodermale an diesem ganzen Vorgange in keiner Weise beteiligt ist. Ähnlich wie in dieser Figur liegen die Verhältnisse in der nächstfolgenden Abbildung (Fig. 36). Die beiden Falten haben sich vereinigt, eine feine, dunkle, senkrechte Linie zeigt noch die Verwachsungsstelle an. Mit der vorigen Figur verglichen, treten aber hier die äußern Formen schon viel bestimmter hervor, ebenso sind alle Abschnitte in ihrer Ausbildung fortgeschritten. Das Mesoderm zieht genau wie vorher glatt über beiderlei Anlagen hinweg. Weitere Veränderungen haben sich aber inzwischen an jenem Teile vollzogen, der über der Darmanlage gelegen ist und den ich als „atrioösophagealen“ bezeichne. Er erscheint nach oben hin bechertörmig erweitert und läßt rechts und links kleine vorspringende Höcker

erkennen, die Anlage der Tentakel (*tk*), welche dem innern Blatte entstammen, also ectodermaler Natur sind. Das zwischen ihnen und der obern Wand des Cystids gelegene Stück der Polypidanlage stellt die Anlage der Tentakelscheide (*tksch*) dar. An dem vorliegenden Schnitte fehlt oberhalb der Tentakelanlage der mesodermale Überzug, es wäre aber verfehlt, wie von Seeliger (32) geschehen, hieraus den Schluß zu ziehen, daß an der Bildung der Tentakelscheide nur das Ectoderm beteiligt sei, denn wie die Figg. 37—43 zeigen, schiebt sich das Mesoderm später weiter nach oben, um dann die vorher mesodermlose Wandpartie ebenso mit einem feinen Mesodermüberzuge zu versehen. Es sind demnach an der Bildung der Tentakelscheide beide Blätter in gleicher Weise beteiligt, wie es übrigens auch von Prouho (28), Davenport (10), Calvet (5) und zuletzt auch von Silbermann (35), einem Schüler Seeliger's, geschildert wurde.

Durch das Auftreten der Tentakelhöcker wird der nun über der Darmanlage befindliche Abschnitt der Polypidanlage wieder in zwei Teile getrennt, deren einer den Raum der eben erwähnten Tentakelscheide oder das Atrium (*At*) bildet und dessen unterer jene Partie des spätern Darmes ist, die ich als ösophageale bezeichne (Fig. 36 *oe*).

Die Abbildungen 37--43 sind Schnitte, die ein und derselben Serie entnommen sind. Die Entwicklung aller Teile ist hier bereits weiter gediehen als in den den Figg. 35 u. 36 zugrunde liegenden Präparaten. In Fig. 39, dem 10. Schnitt dieser Serie, beginnt der Darm soeben aufzutreten und ist sein Lumen infolgedessen nur wenig angeschnitten. Darm und ösophagealer Abschnitt grenzen mit ihren Wandungen unmittelbar aneinander, ohne daß sich hier das Mesoderm dazwischen schiebt; letzteres beteiligt sich an der Abfaltung des Darmes hier an seinem Anfange nicht nur jetzt nicht, sondern überhaupt nicht. Die beiden noch weiter nach vorn liegenden Schnitte Fig. 37 u. 38 zeigen von dem Darmlumen und der Darmbildung noch nichts, nur in Fig. 38 erkennt man am untern Ende des ösophagealen Abschnittes eine Verdickung seiner Wandung, die der Stelle entspricht, auf der im nächsten Schnitt (Fig. 39) das Darmlumen auftritt. Eine Verbindung der Ösophagusanlage in Fig. 38 (*oe*) und dem mit (*i*) bezeichneten Lumen in Fig. 39, oder etwa zwischen den beiden Teilen *oe* und *i* in Fig. 39 selbst, besteht vorläufig noch nicht. Erst später tritt an dieser Stelle nach Ausbildung des Darmes eine Perforation auf, um die Verbindung zwischen dem Ösophagus und dem cardialen Teile des Darmes her-

zustellen. Die noch vor Fig. 37 liegenden Schnitte dieser Serie gleichen, abgesehen von der allmählich nach dem oralen Ende zunehmenden Verkürzung, völlig dieser letzten Abbildung. Der Schnitt trifft hier einzig den spätern ösophagealen Darmteil und den Raum der Tentakelscheide. Gleichzeitig aber ließ sich feststellen, daß die Tentakelscheide selbst nach dem oralen Ende hin kürzer wurde, während sie an der analen Seite bedeutend länger erschien, was auch ein Vergleich zwischen Fig. 37 u. 43 auf diesen Punkt hin sofort ergibt. Fig. 40 ist der in der Serie auf Fig. 39 folgende Schnitt. Das Darmrohr markiert sich hier schon schärfer, und linkerseits ist auch bereits die zur Darmabschnürung führende Längsfalte getroffen, an deren Bildung, wie man hier deutlich wahrnimmt, auch das Mesoderm sich beteiligt. An Fig. 41, einem der nächst hintern Schnitte, treffen wir dann Darmanlagen und Ösophagus bereits vollständig voneinander abgefaltet, und es hat daher sowohl der Darm als auch der darüber gelegene Teil seine eigne mesenchymatöse Bekleidung erhalten.

Fig. 44 (Taf. 4) stellt das Totalbild eines Cystids auf einem ähnlichen Stadium der Darmbildung in der Ansicht von oben dar, das sich von dem der eben geschilderten Serie nur durch die inzwischen erfolgte Drehung der Polypidanlage um 90° unterscheidet. Der in den Figg. 39—42 senkrecht unter dem ösophagealem Abschnitt gelegene Darmteil (*i*) ist in unserer Figur infolgedessen in Seitenlage gerückt (*i* in Fig. 44). Die Darmanlage ist hier von dem übrigen Abschnitte durch eine so scharfe und tiefe Furche getrennt, wie sie nur unter Mitbeteiligung des Mesoderms zustande kommen kann.

Da die im Vorstehenden beschriebene, zur Anlage des Darmes führende Faltenbildung am Vorderende beginnend nach hinten und oben fortschreitet, muß an letzterer Stelle eine sich immer mehr verengernde Kommunikation zwischen atrioösophagealen Abschnitt und Darm vorhanden sein, die später zum After wird und dann durch das Auftreten der letzten Tentakel (analen Tentakel) von der Einmündung in den bisher gemeinsamen Raum ausgeschlossen wird.

In Fig. 45 (Taf. 4) hat die Polypidanlage eine leichte Drehung ausgeführt, und man kann so in sie gerade hineinsehen. Der mit *oe* bezeichnete Innenraum ist der spätere ösophageale Darmteil, dem nach unten zu der übrige, vorn mit feinem Porus, dem Anus (*an*), ausmündende Darmkanal (*i*) anliegt. Der After, in der Medianebene gelegen, mündet hier aber nicht mehr ganz in den von den Tentakeln

noch mit umschlossenen Raum, sondern man sieht vor dem After — in meiner Abbildung nur an der einen Seite sichtbar — einen Tentakelhöcker liegen (*tk*), durch den diese Mündung des Afters von dem Innenraum ausgeschlossen und in den nur von der Tentakelscheide allein umgebenen Raum verlegt wird. Noch schöner läßt sich die Ausschließung des Afters an der zuletzt besprochenen Querschnittsserie verfolgen, wenn wir speziell Fig. 42 u. 43 (Taf. 3) ins Auge fassen, von denen die erstere unmittelbar vor dem After liegt, letztere dagegen durch die Afteröffnung selbst geht. In Fig. 42 erkennt man über dem geschlossenen Darme an der Stelle, an welcher auf dem nächsten Schnitte (Fig. 43) die Afteröffnung gelegen ist, rechts und links von dieser 2 Analtentakel, die dem After den Zugang zum atrioösophagealen Raum nunmehr verlegen und ihn zwingen, einzig und allein in die Tentakelscheide einzumünden, wie das Fig. 43 zeigt. Bei dieser Einmündung gehen Ectoderm und Mesoderm des Darmes völlig in die entsprechenden Epithelien der Tentakelscheide über. SCHULZ (34) scheint diese histologischen Eigentümlichkeiten hier nicht richtig beobachtet zu haben, da nach ihm das mesodermale Epithel, das den Darm überzieht, an der Übergangsstelle zur Tentakelscheide aufhöreh soll. Damit steht in Verbindung, daß nach SCHULZ die Tentakelscheide selbst nur aus einem einschichtige Epithel besteht, das ectodermaler Natur ist.

Mit der weiter wachsenden Tentakelscheide rückt der Darm an den sich inzwischen ebenfalls bedeutend verlängerten Tentakeln vorbei, mehr und mehr nach aufwärts, so daß sein Endstück mit dem After häufig noch über sie zu liegen kommt. Aus den noch folgenden Totalpräparaten und den beiden Schnitten Fig. 51 u. 52 (Taf. 4) sind die verschiedenen Phasen dieses Auswachsens ohne weiteres ersichtlich. Gleichzeitig hiermit, und vielleicht gerade hierdurch bedingt, hat sich die vollkommene Lostrennung des Darmrohres vom ösophagealen Abschnitte vollzogen. Während man beispielsweise in Fig. 41 Darmrohr und ösophagealen Teil wohl gesondert, aber einander doch eng anliegend findet, sieht man in Fig. 51 u. 52 zwischen diesen beiden Abschnitten einen deutlichen Spalt, der durch Auseinanderweichen der beiden Mesenchymblätter entstanden ist und dessen Lumen eine Fortsetzung der allgemeinen Leibeshöhle darstellt. Alle Teile haben nun ihren eignen mesenchymatösen Überzug erhalten, der zunächst das äußere Blatt der Tentakelscheide bildet, dann an deren Basis auf den Ösophagus übergeht, von hier

nun den ganzen Darm überzieht, um schließlich am After wieder an die Tentakelscheide anzuschließen.

Bisher stellte der Darm ein einfaches schlauchförmiges Gebilde dar (*i.* Fig. 44 u. 51), das nun durch weitere Vorgänge den Charakter des definitiven Darmkanals annimmt. So hat sich in Fig. 52 (*bl*) am mittlern nach links gerichteten Teile der Darmanlage eine kleine Aussackung gebildet, welche die Anlage des spätern Magenblindsackes ist. Letztere nimmt an Umfang immer mehr zu (*bl*, Fig. 55 u. 56) und liegt im ausgebildeten Zustande zu dem späteren cardialen Teile des Darmes in einem Winkel von 30° (Fig. 57 *bl*). Die Größe dieses Winkels ist jedoch, wie Silbermann (35) hervorhebt und auch ein Vergleich von Fig. 57 u. 58 (Taf. 5) dartut, keineswegs konstant. Ebenso ist die Größe des Blindsackes selbst Schwankungen unterworfen, wie die beiden angeführten Abbildungen beweisen. Gleichzeitig mit den allgemeinen Wachstumsvorgängen geht auch eine bedeutende Verlängerung der zwischen Ösophagus und Blindsack gelegenen Darmpartie vor sich, die damit zur Cardia wird (Fig. 56, 57 u. 58 *ca*). Das letzte Ende des Darmes setzt sich schließlich durch eine Einschnürung von dem vorhergehenden Teile ab und bildet das Rectum (Fig. 56 u. 57 *rect*), während das kurze Stück, das sich zwischen Rectum und Blindsack einschiebt, als Pylorus bezeichnet wird. Alle Teile des Digestionstractus sind somit angelegt, und es braucht jetzt nur noch die Verbindung zwischen Ösophagus und der Cardia hergestellt zu werden. Diese Kommunikation ist auf Fig. 51 u. 52 noch nicht vollzogen, doch deuten die histologischen Verhältnisse in Fig. 52, wo nur noch eine kernlose Plasmabrücke die beiden Abschnitte voneinander trennt, darauf hin, daß dieser letzte Vorgang kurz bevorsteht.

Dieser Durchbruch des Darmes in den ösophagealen Abschnitt ist übrigens zeitlichen Schwankungen unterworfen. Auf die Ausgestaltung der histologischen Verhältnisse des Darmtraktus gehe ich nicht ein, da hierüber die ausführliche Arbeit Silbermann's (35) vorliegt.

Wenn nun auch im allgemeinen für marine Bryozoen bereits festgestellt ist, daß bei ihnen die Ausbildung der Organe innerhalb der Knospe in gleicher Weise verläuft wie im primären Polypid, so hielt ich es dennoch nicht für überflüssig, bei *Alcyonidium*, für welchen dieser Beweis speziell noch nicht erbracht ist, mich wenig-

stens hinsichtlich der Darmbildung von der Richtigkeit obiger Ansicht zu überzeugen. In der Tat konnte ich an zahlreichen Schnittserien feststellen, daß alle einzelnen Phasen der Darmbildung, wie wir sie im Vorstehenden vom Primärpolypid kennen gelernt haben, sich auch bei der Knospe in völlig übereinstimmender Weise wiederholen. Besondere Aufmerksamkeit widmete ich hierbei der Frage, ob bei der Knospe die Verbindung zwischen Ösophagus und Darmanlage, ebenso wie ich es für das Primärpolypid von *Alcyonidium* und andere Forscher für andere Bryozoen festgestellt haben, eine sekundäre, durch Durchbruch beider Darmlumina erfolgte ist oder ob diese Verbindung bei der Knospe eine primäre, von Anfang an bestehende im Sinne von Nitsche, Ehlers und Seeliger ist. Ich habe zu dem Zwecke Frontal- und Horizontalschnitte angefertigt und von letztern eine Reihe in Fig. 46—50 wiedergegeben, die ein und derselben Serie entstammen. Die Knospe erscheint ähnlich wie die einheitliche Anlage für das primäre Polypid seitlich etwas zusammengedrückt, ihr Lumen daher spaltförmig. In Fig. 48 trifft der Schnitt die tiefste Stelle des atrioösophagealen Abschnittes (*oe*); zwischen diesem und dem Lumen des Darmes (*i*), das in Fig. 46 in seiner ganzen untern Ausdehnung getroffen ist, schiebt sich die Zellenplatte (*zp*) der Fig. 47 trennend ein. Es entspricht diese Zellenplatte jener Brücke, der ich bei Besprechung der Figg. 39, 51 u. 52 Erwähnung getan hatte; durch sie wird auch hier die Verbindung zwischen dem spätern Ösophagus und dem übrigen Darme vorläufig verhindert.

Aus diesem Befunde ergibt sich ohne weiteres, daß die Verbindung zwischen Ösophagus und dem Darme keine primäre im Sinne der letzterwähnten Autoren sein kann, sondern daß diese Verbindung genau so wie im Primärpolypid so auch in der Knospe erst infolge sekundären Durchbruchs zustande kommt.

Schon in Fig. 36 (*tk*) machen sich die Tentakel als kleine Höcker bemerkbar, die dem innern Blatte entstammen und durch deren Auftreten der Hohlraum der Anlage in den spätern ösophagealen Darmabschnitt (*oe*) und den der Tentakelscheide gehörigen Raum, das Atrium, geteilt wird. Diese Höcker nehmen allmählich, wie uns die folgenden Abbildungen (Fig. 44, 55, 57) zeigen, an Größe mehr und mehr zu und bilden schließlich die eigentliche Tentakelkrone. Was die Zahl der Tentakel, die so entstehen, anbetrifft, so

gehen über die einzelnen Bryozoen die Ansichten auseinander. Ehlers (11) hebt bei *Hypophorella*, in Übereinstimmung mit Claparède, hervor, daß die Tentakel nicht alle zur selben Zeit, sondern nacheinander entstehen, während im Gegensatz hierzu Nitsche (22) und Seeliger (32) betonen, daß sämtliche Tentakel gleichzeitig angelegt werden. Barrois (1) hat wie immer, wo es sich um die äußern morphologischen Verhältnisse handelte, scharf beobachtet und für *Alcyonidium* konstatiert, daß die Zahl der Tentakel in fast regelmäßiger Folge von 8 auf 10, 14 und 18 steigt. Diese Beobachtungen werden auch durch die von ihm gegebenen Abbildungen belegt. Auf Grund meiner eignen ebenfalls an Totalpräparaten angestellten Untersuchungen kann ich die Angaben von Barrois hinsichtlich der sukzessiven Steigerung der Tentakelzahl bestätigen, wenngleich ich die von diesem Forscher angegebene Höchstzahl der Tentakel nie angetroffen habe. In Fig. 45, wo die Tentakelanlagen eben als Prominenzen zu sehen sind, kann man leicht auf der einen Hälfte 6 zählen, ebensoviel entfallen dann auf die andere Seite, so daß die Gesamtzahl sich auf 12 beläuft. Die gleiche Zahl ist auf den Totalbildern 56 u. 57 zu erkennen, während ich bei andern Individuen schon 14 Tentakel gefunden habe (Fig. 44, 55 u. 58). Das aber war die höchste Tentakelzahl, die ich bei dem Primärpolypid von *Alcyonidium* überhaupt gesehen habe. Silbermann gibt bei dem voll entwickelten Polypid die Zahl der Tentakel mit 16 an, doch scheinen ihm auch Formen mit weniger vorgelegen zu haben, da sein Totalpräparat (Fig. 1) ebenfalls nur 14 Tentakel besitzt. Ferner sollen nach ihm bei jenen auf *Mytilus* sitzende Kolonien die Polypide in der Regel 14—15 Tentakel aufweisen, im Gegensatz zu den auf Laminarien vorkommenden. Überdies fand Silbermann (35) neben Polypiden mit 16 auch gelegentlich solche mit 18, ja sogar mit 20 Tentakeln. Jedenfalls ist hiernach auch bei *Alcyonidium* die Tentakelzahl ebensowenig eine konstante, wie das für andere Bryozoen bereits von Claparède (8) und Calvet (5) betont worden ist. Während Ehlers (11) betreffs des Auftretens der Tentakel angibt, ein Stadium gesehen zu haben, in welchem auf jeder Hälfte der Tentakelscheibe nur erst ein warzenförmiger Tentakel gebildet war, konnte ich feststellen, daß gleich zuerst mehrere Tentakel auftreten, die reihenförmig zu beiden Seiten des Polypidlumens angeordnet sind und alle denselben Entwicklungsgrad zeigen. Ihre Zahl vervollständigt sich aber sehr rasch durch das Auftreten neuer Tentakel derart, daß nunmehr ihre Anordnungsweise die bekannte hufeisen-

förmige wird. Zuletzt entstehen, wie auch Ehlers glaubt, die vor dem After gelegenen analen Tentakel, durch welche das Hufeisen zu einem ringförmigen Tentakelkranz geschlossen wird. Letzteres findet meist erst zu einer Zeit statt, wo die ganze Polypidanlage die bei Bryozoen bekannte Drehung um 90° ausführt.

Ich fand so bei einer primären Anlage meiner Züchtung jederseits 4 Tentakelchen, während 2 weitere am oralen Ende die beiden Reihen hufeisenförmig verband. An der gegenüberliegenden analen Seite dagegen zeigte sich noch ein freies Feld, das mindestens dem Ansatz von 2 neuen Tentakeln Raum bieten konnte. Die Umdrehung war hier noch nicht vollführt.

An einem andern, aber diesem letzten in vielen Punkten sonst ähnlichen Präparat, wo diese Drehung vollzogen war, konnte ich dagegen 14 Tentakel zählen, die eine ringförmige Anordnung besaßen. Außerhalb dieses Kranzes mündete der After in die Tentakelscheide.

Aus seinen Zeichnungen zu schließen, muß Barrois (1) bei *Alcyonidium mytili* bezüglich der Lage der Tentakel bereits eine gleiche Beobachtung gemacht haben, und Prouho (28) äußert sich in ähnlicher Weise über die Tentakelanlage bei *Flustrella hispida*.

Nachdem einmal die kleinen ectodermalen Tentakelhöcker aufgetreten sind (Fig. 36), stülpt sich nun bald von dem äußern Blatte her ein Zellenstrang in sie ein, dessen Elemente später auseinanderweichen, um den Tentakelkanal zu bilden (Fig. 51, 54 *tkk*), während jene Zellen selbst die mesodermale Auskleidung dieses Kanals vorstellen. Gleichzeitig sieht man, wie an der Basis des Tentakelkranzes das innere Blatt eine ringförmig nach innen zu vorspringende Falte bildet (Fig. 51), der die davor gelegenen Tentakel aufsitzen, wobei das Ectoderm dieser Falte in das innere Epithel der Tentakel übergeht. Die so jetzt am Eingange des Ösophagus geschaffene Verengerung stellt die Mundöffnung dar (Fig. 51 *mö*).

An der Basis der Tentakel bildet sich durch einen ähnlichen Vorgang, wie er zur Bildung des Tentakelkanals führte, nämlich durch Auseinanderweichen der hier gelegenen Mesenchymzellen, der Ringkanal aus (Fig. 51 *rgk*).

An einigen gut gelungenen Schnitten konnte ich endlich noch die Anlage des Gehirnganglions verfolgen. Dasselbe entsteht als ectodermale Einstülpung an der Basis der Tentakel auf der dem After zugewendeten Seite (Fig. 51 u. 52 *G*). Diese Einstülpung wird nun immer tiefer (Fig. 54) und schnürt sich schließlich später ganz

vom obern Ectoderm ab. Silbermann schildert das Ganglion bei der erwachsenen Bryozoe als von rundlicher oder ovaler Gestalt, von einer Mesenchymhülle umgeben und bestehend aus einer innern Punktsubstanz und einer äußern Rindenschicht. Von diesen Verhältnissen ist auf einem Schnitt, der quer die Ganglionanlage getroffen hat wie Fig. 53 *G*, noch nichts zu bemerken. Das größere Lumen hier, umgeben von einer ectodermalen Zellenschicht, stellt den Eingang zum Ösophagus dar (*oe*), während daneben die Ganglionanlage (*G*) liegt. Das untere nicht voll ausgeführte Lumen ist der Enddarm (*i*). Die Gehirnanlage ist hier entsprechend ihrer Entstehung noch nicht solide, sondern stellt zu dieser Zeit ein abgeschlossenes Säckchen mit sehr engem Lumen dar. Nach außen ist die Anlage des Gehirnganglions durch einen mesodermalen Zellenbelag (*mz*) abgeschlossen. Die Entwicklung des Polypids ist hiermit beendet. Während der letzten Phasen der innern Ausbildung hat sich die auch bei andern Bryozoen konstatierte Umdrehung um 90° vollzogen, so daß nun die Längsachse der Tentakel in der Längsachse des Zoöciums liegt (Fig. 51, 52 u. 54). Eine weitere Änderung in der äußern Form ist ferner noch dadurch eingetreten, daß allmählich mit dem Auftreten der Tentakel die ganze obere Partie der Anlage ihre frühere seitlich zusammengedrückte Gestalt verloren hat und sich mehr und mehr becherförmig ausweitet, ein Verhalten, das die Schnitte Fig. 34 u. 36 schon andeutungsweise zeigen, das aber in viel prägnanterer Form nach erfolgter Drehung an den Totalpräparaten Fig. 44 u. 55—58 zum Ausdruck kommt. Sehr schön läßt sich diese Formveränderung auch in Fig. 45 erkennen, wo diese Drehung eben beginnt, das ehemals spaltförmige Polypidlumen sich erweitert und so die ganze Anlage von oben her betrachtet aus der ehedem langgestreckten Form nunmehr in die rundliche übergeht. Inzwischen haben sich auch noch gewisse Vorgänge an der Oberwand des Zoöciums angebahnt, die schließlich zum Durchbruch dieser Wandung führen. Die Art und Weise, wie letzteres geschieht, schildert Nitsche (22) bei *Flustra* resp. *Alcyonidium hispidum*, Prouho (27, 28) bei *Flustrella* und *Pherusa* und Calvet (5) in seinen vergleichenden Studien der marinen ectoprocten Bryozoen.

Ich bin bei meinen hierüber gemachten Untersuchungen, die sich allerdings infolge Materialmangels nur auf wenige Exemplare beschränken mußten, zu folgender Auffassung gekommen: Die Tentakelscheide bildet zu dieser Zeit, also nach erfolgter Drehung, einen weiten Sack vor den Tentakelspitzen (Fig. 51, 52 u. 54); die

Leibeswand besteht aus einer derbern Cuticula und einem darunter-gelegenen flachen Plasmabelag, in dem zerstreut die Kerne liegen. Dieses Epithel an der obern Cystidwand dicht vor der Tentakel-scheide beginnt unter lebhafter Kernvermehrung zu wuchern, so daß hier ein Zellenhaufen entsteht (Fig. 52, 57 *z*), der sich mit der Ten-takelscheide verbindet. Nach Calvet (5), der diesen Zellenhaufen nicht aus dem Ectoderm, sondern aus Mesenchym hervorgehen läßt, soll in dem zunächst massiven Haufen ein Lumen entstehen und dann erst die Verbindung mit der Leibeswand eintreten. Nach meinen Beobachtungen besteht diese Verbindung infolge ectodermalen Ursprungs der Wucherung von Anfang an, und es braucht in letzterer nur ein Lumen aufzutreten, das nach außen und nach der Tentakelscheide hin durchbricht, damit das junge Polypid imstande ist, sich nach außen hervorzustülpen.

Zum Schluß möchte ich noch einige Beobachtungen über Ab-normitäten in der Knospenbildung sowie über Verschmelzungen von Cystiden anfügen.

Wie gewöhnlich bei der Knospung der Gymnolämen findet auch bei *Alcyonidium* die Knospung nach dem Typus „mit voraus-eilendem Cystid" statt, d. h. erst wenn letzteres eine gewisse Größe erlangt hat, entsteht in ihm die junge Knospe. Das Cystid der Knospe ist von dem primären durch seine eigne Zellenschicht (Fig. 57, 58 *Ec*) scharf abgesetzt. Während nun bei *Alcyonidium* diese neue Knospe normalerweise auf der Analseite des Mutter-individuums entsteht, im Gegensatz zu dem Verhalten bei den Phylactolämen, wo nach Braem (6, 7) die jungen Individuen an der Oralseite der ältern knospen, zeigt Fig. 57 diese erste Knospe (*pk*) wie bei Phylactolämen auf der Oralseite liegend. Die junge Knospe selbst macht sich vorerst auf der Oberseite des Tochterzoöciums als ein kleiner Zellenhaufen bemerkbar (*pk*).

Ich sprach eingangs von den Zufällen, die dadurch entstehen können, daß mehrere Larven durch klebrige Stoffe in einer gewissen, wenn auch losen Verbindung miteinander gehalten würden und dem-gemäß gezwungen wären, sich ganz nahe nebeneinander festzusetzen. Die folgende Abbildung (Fig. 59, Taf. 4) zeigt eine hieraus resultierende Doppelbildung. Äußerlich ist an dem Cystid selbst nichts Auffälliges zu bemerken. Im Innern aber kann man sich überzeugen, daß es 2 in Entwicklung begriffene Polypide (*p*) beherbergt. Der Schnitt

ist so geführt, daß das eine Säckchen links gerade an seiner Randpartie getroffen ist, während von dem andern das Lumen bereits angeschnitten ist. Diese Doppelbildung deute ich als aus Verschmelzung zweier Cystide entstanden, weil ich noch ein anderes zur Abbildung nicht geeignetes Präparat besitze, wo im Innern sogar 3 Polypidanlagen vorhanden waren, zwischen denen noch Reste der ehemaligen Cystidwände sich feststellen ließen.

Am Ende meiner Ausführungen ist es mir ein tiefempfundenes Bedürfnis, in Dankbarkeit meines verstorbenen Lehrers Herrn Prof. Dr. Seeliger's zu gedenken, dem ich die erste Anregung zu dieser Arbeit verdanke und der, solange es ihm sein Leiden gestattete, meine Untersuchungen leitete und stets bemüht war, mich durch seine reiche Erfahrung in immer liebenswürdiger Weise zu fördern.

Ebenso fühle ich mich Herrn Prof. Dr. Will für Überlassung seiner eignen Züchtungen und Aufzeichnungen, besonders aber für die technischen Winke und Ratschläge und das meiner Arbeit in so reichem Maße entgegengebrachte Interesse zu herzlichem Danke verpflichtet.

Rostock, im Juli 1908.

Literaturverzeichnis.

1. Barrois, J., Mémoire sur l'embryologie des Bryozaires, Lille 1877.
2. —, Embryogénie des Bryozaires, in: Journ. Anat. Physiol., Vol. 18, 1882.
3. —, Mémoire sur la métamorphose de quelques Bryozaires, in: Ann. Sc. natur. (7), Zool., Vol. 1, 1886.
4. van Beneden, P. J., Recherches sur l'anatomie, la physiologie et le développement des Bryozaires, 1844.
6. Braem, F., Untersuchungen über die Bryozoen des süßen Wassers, in: Biblioth. zool., 1890, Heft 6.
7. —, Die geschlechtliche Entwicklung von Plumatella fungosa, ibid., 1897, Heft 23.
5. Calvet, L., Bryozaires, Montpellier 1900, Dissert.
8. Claparède, Ed., Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Seebryozoen, in: Z. wiss. Zool., Vol. 21, 1871.
9. Dalyell, Rare and remarkable animals of Scotland, 1847.
10. Davenport, C. B., Observations on budding in Paludicella and some other Bryozoa, in: Bull. Mus. comp. Zool. Harvard Coll., Vol. 22, 1891, No. 1.
11. Ehlers, E., Hypophorella expansa, in: Abh. Ges. Wiss. Göttingen, 1876.
12. Hincks, Notes on British Zoophytes with descriptions of some new species, in: Ann. Mag. nat. Hist. (2), Vol. 8, 1851.
13. —, On some new British Polyzoa, in: Quart. J. microsc. Sc. (N. S.), Vol. 2, 1857.
14. Harmer, S. F., Sur l'embryogénie des Bryozaires ectoproctes, in: Arch. Zool. expér. (2), Vol. 5, 1887.

15. Korschelt und Heider, Lehrbuch der vergleich. Entwicklungsgeschichte, Heft 3, 1893.

16. Korotneff, Histologie und Histogenese des Muskelgewebes bei der Metamorphose der Insekten, in: Biol. Ctrbl., Vol. 12, 1892.

17. Kraepelin, V., Die deutschen Süßwasser-Bryozoen. II. Entwicklungsgeschichtl. Teil, Hamburg 1892.

18. Kupelwieser, Untersuchungen über den feineren Bau und die Metamorphose des Cyphonautes, Leipzig, Diss., 1904.

19. Hatschek, Embryonalentwicklung und Knospung der Pedicellina echinata, in: Z. wiss. Zool., Vol. 29, 1877.

20. Metschnikoff, E., Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Tieren, in: Arb. zool. Inst. Wien, Vol. 5, 1884.

21. Nitsche, H., Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen, in: Z. wiss. Zool., Vol. 20, 1870.

22. —, Dsgl., ibid., Vol. 21, 1871.

23. —, Dsgl., ibid., Vol. 25, Suppl., 1875.

24. Ostroumoff, Zur Entwicklungsgeschichte der cyclostomen See-Bryozoen, in: Mitth. zool. Stat. Neapel, Vol. 7, 1886—1887.

25. —, Contribution à l'étude zoologique et morphologique des Bryozaires, in: Arch. Slav. Biol., Vol. 1, 2, 1886.

26. —, Note sur la métamorphose du Cyphonautes, in: Zool. Anz., Jg. 8, 1885.

27. Prouho, H., Contribution à l'histoire des Bryozaires, in: Arch. Zool. expér. (2), Vol. 10, 1892.

28. —, Recherches sur la larve de la Flustrella hispida, structure et métamorphose, ibid. (2), Vol. 8, 1890.

29. Reichenbach, H., Embryonale Entwicklung von Astacus fluviatilis, in: Abh. Senckenberg. naturf. Ges. Frankfurt, Vol. 14, 1888.

30. Repiachoff, W., Zur Naturgeschichte der chilostomen Seebryozoen, in: Z. wiss. Zool., Vol. 26, 1876.

31. Römer, O., Untersuchungen über die Knospung, Degeneration und Regeneration von einigen marinen ectoprocten Bryozoen, ibid., Vol. 84, 1906.

32. Seeliger, O., Bemerkungen zur Knospenentwicklung der Bryozoen, ibid., Vol. 50, 1890.

33. —, Über die Larven und Verwandtschaftsbeziehungen der Bryozoen, ibid., Vol. 84, 1906.

34. Schulz, Untersuchungen über den Bau der Bryozoen, in: Arch. Naturgesch., Jg. 1901.

35. Silbermann, Untersuchungen über den feineren Bau von Alcyonidium mytili, ibid., Jg. 1906.

36. Vigelius, Zur Ontogenie der marinen Bryozoen, in: Mitth. zool. Stat. Neapel, Vol. 6, 1886.

37. —, dsgl., ibid., Vol. 8, 1888.

Erklärung der Abbildungen.

At Atrium, Raum der Tentakelscheide
Ap Anheftungsplatte
an Anus
Atr Austrittsstelle für das fertige Polypid
bl Blindsack des Magens
bz Zellen an der Basis des Dorsalganglions
C, C_1 Wimperkranzzellen mit ihren Kernen und Wimperfasern
ca Cardia
Cu Cuticula
dg Dorsalorgan = dorsales Nervenorgan = Scheitelorgan
dk Dotterkorn
dtr Detritus
ds dorsale Grenzzellen am Wimperkranz der Larve
Ec Ectoderm
Ecw ectodermaler Wandbelag bei Betrachtung von Totalpräparaten
G Ganglion
J Stelle, wo die Einstülpung des dorsalen Nervenorgans der Larve erfolgt ist
i Anlage des Verdauungskanals
k Kern
mf Muskelfasern
mZ mesodermale Zellen
mZ_1 Mesenchymzellen der Larve, öfters noch einen epithelialen Verband bildend
mö Mundöffnung
oe Ösophagus
p Polypidanlage
ph Phagocytenzelle
pk Polypidknospe
pr. Z primäres Zellensäckchen
r Randzellen
rgk Ringkanal
rect Rectum
sec. Z sekundäres Zellensäckchen
tk Tentakel
tkk Tentakelkanal
tksch Tentakelscheide
u Unterlage (Photoxylinhäutchen)
v Vestibularzellen
vnd ventrales Nervendrüsenorgan
vs ventrale Grenzzellen am Wimperkranz der Larve
wf Wimperfasern
z ectodermaler Zellenhaufen, verbindet sich mit der Tentakelscheide
zp Zellenplatte

Sämtliche Zeichnungen sind mit dem Zeichenapparat entworfen. Bei den Untersuchungen wurde, wo nicht besonders bemerkt, ein LEITZ'sches Mikroskop benutzt.

Tafel 1.

Fig. 1. Querschnitt durch eine Larve, die eben im Begriff ist, sich festzusetzen. Vestibulum noch nicht völlig ausgestülpt, dagegen bereits Einstülpung des dorsalen Nervenorgans und Umkrämpelung des Wimperkranzes. Obj. 6a, Ok. III.

Fig. 2. Totalpräparat einer Larve, mit ausgestülptem und plattenförmig ausgebreitetem Vestibulum. Obj. IV, Ok. III.

Fig. 3. Totalpräparat einer festgesetzten Larve, das die Verschmelzung des obern Abschnitts mit der Anheftungsplatte zeigt. Obj. IV, Ok. III.

Fig. 4. Etwas älteres Stadium als in Fig. 3, die äußere Form erscheint flacher. Obj. IV, Ok. III.

Fig. 5. Querschnitt durch eine Larve, bei welcher die Ausbreitung des Vestibulums nicht ganz regelmäßig erfolgt ist. Obj. 6a, Ok. III.

Fig. 6a. Querschnitt durch eine Larve mit schiefer Anheftung. Obj. 6a, Ok. III.

Fig. 6b. Stellt den obern Abschnitt eines entferntern Schnittes derselben Serie dar. Obj. 6a, Ok. III.

Fig. 7a. Querschnitt durch eine festgesetzte Larve, die etwa dem Totalpräparat Fig. 4 entspricht. Der Schnitt ist etwas schräg ausgefallen. Unter dem Scheitelorgan ist die Vereinigung der untern Faltenränder zu einem epithelialen Ring fast vollzogen. Obj. 6a, Ok. III.

Fig. 7b, 7c. Die nächsten Schnitte derselben Serie. In Fig. 7c haben sich oberhalb des Scheitelorgans die Falten noch nicht berührt. Obj. 6a, Ok. III.

Fig. 8. Der obere Abschnitt aus der Mitte einer andern Serie, ähnlich der vorigen. Zerfall des Dorsalganglions. Obj. 6a, Ok. III.

Fig. 9. Querschnitt durch den obern Abschnitt. Aus der ursprünglichen Einstülpung ist ein geschlossenes Zellensäckchen geworden, das unter dem Ectoderm der Körperwand liegt. Obj. 6a, Ok. III.

Tafel 2.

Fig. 10, 11. Von Herrn Prof. Dr. WILL ausgeführte Totalbilder. Sie zeigen die beginnende Umwandlung der Larve in die Cystidform. Im Innern des Präparats sind histologische Einzelheiten noch kenntlich. ZEISS Apochrom. 16, Ok. 12.

Fig. 12a—c. 3 Dotterkörner mit verschiedener Lagerung und Beschaffenheit des Kernes. $^1/_{16}$ Öl., Ok. III.

Fig. 12d—h. Dotterschollen mit Vacuolen und Kernveränderungen. $^1/_{16}$ Öl., Ok. III.

Fig. 13a—c. Wimperfasern, eingebettet in eine feine Plasmaschicht. $^1/_{16}$ Öl., Ok. III.

Fig. 14—16. Phagocytenzellen, welche Muskelfasern umschlossen haben. $^1/_{16}$ Öl., Ok. III.

Fig. 17. Zelle, eben im Begriff, sich aus dem ectodermalen Zellgefüge herauszulösen. $^1/_{16}$ Öl., Ok. III.

Fig. 18. Die Zelle tritt schon schärfer hervor, ist aber durch Plasmastränge noch mit dem Wandepithel verbunden. $^1/_{16}$ Öl., Ok. III.

Fig. 19. Isolierte Phagocytenzelle, durch Loslösung aus dem Wandepithel entstanden. $^1/_{16}$ Öl., Ok. III.

Fig. 20. Totalbild im optischen Durchschnitt. Inmitten der Detritusmassen liegt das aus der Einstülpung hervorgegangene Zellsäckchen, seitlich davon die beginnende Weiterentwicklung. Obj. IV, Ok. II.

Fig. 21. Längsschnitt durch die erste Anlage und die Weiterentwicklung. Obj. 6a, Ok. O.

Fig. 22. Ähnlicher Längsschnitt bei stärkerer Vergrößerung. Obj. 6a, Ok. III.

Fig. 23. Längsschnitt, ausgeführt in der Richtung des Pfeiles (a) in Fig. 25. Obj. 6a, Ok. III.

Fig. 24. Totalbild im optischen Durchschnitt. Die beiden Abschnitte der spätern Polypidanlage noch voneinander getrennt. Obj. IV, Ok. II.

Fig. 25. Die beiden Abschnitte sind in Verbindung miteinander getreten. Obj. IV, Ok. II.

Fig. 26. Dasselbe, etwas älter. Obj. IV, Ok. II.

Fig. 27, 28. Querschnitte, entsprechend den Pfeilen b u. c in Fig. 25. Obj. 6a, Ok. O.

Tafel 3.

Fig. 28, s. Erklärung bei Tafel 2.

Fig. 29. Querschnitt, ähnlich dem in Fig. 27, zeigt die Anlagerung der Zellen des äußern, mesodermalen Blattes. Obj. 6a, Ok. III.

Fig. 30 gibt die Partie rechts oben neben dem Polypidschnitt in Fig. 27 bei stärkerer Vergrößerung wieder und zeigt die Loslösung von Zellen zum Aufbau des äußern Blattes. $^1/_{16}$ Öl., Ok. O.

Fig. 31. Teil der Polypidwandung. Die Zellen des innern Blattes (*Ec*) sind im Begriff, Dotterschollen (*dk*) aufzunehmen. Außen herum mesodermale Zellen (*mz*). $^1/_{16}$ Öl., Ok. III.

Fig. 32. Querschnitt durch eine junge Polypidanlage. Am untern Ende Aufnahme von Dotterschollen seitens der mesodermalen Zellen. Obj. 8, Ok. I.

Fig. 33. Die definitive, einheitliche Polypidanlage (*p*), umgeben von Detritusmassen. Obj. IV, Ok. II.

Fig. 34. Querschnitt durch ein Polypidsäckchen; das vorher spaltförmige Lumen hat sich oben erweitert. Obj. 6a, Ok. III.

Fig. 35. Beginnende Abfaltung des Darmes. Querschnitt. Obj. 8, Ok. I.

Fig. 36. Darmanlage, Auftreten der Tentakelhöcker und der Tentakelscheide. Obj. 8, Ok. I.

Fig. 37—43. Querschnitte stellen den 8., 9., 10., 11., 15., 20. und 21. Schnitt einer Serie dar. Schnitt 8 und 9 (Fig. 37 u. 38) trifft nur die Tentakelscheide und den ösophagealen Darmabschnitt. In Fig. 39 ist eben der Darm (*i*) mit angeschnitten. Derselbe tritt in Fig. 40 schärfer hervor. In Fig. 41 schiebt sich das mesodermale Blatt zwischen die beiden Darmteile. Fig. 43, Einmündung des Darmes in die Tentakelscheide. Obj. 8, Ok. I.

Fig. 46, s. Erklärung bei Tafel 4.

Tafel 4.

Fig. 44. Totalpräparat. Der abgefaltete Darm stellt noch ein einfaches Rohr dar. Obj. 6a, Ok. I.

Fig. 45. Totalbild. Die Mündung des Darmes wird durch die analen Tentakel vom Innenraum der Anlage ausgeschlossen. Obj. 6a, Ok. I.

Fig. 46—50. Horizontalschnitte durch eine Knospe. Der Schnitt in Fig. 46 (Taf. 3) liegt am tiefsten, die übrigen darüber. Zwischen dem mit *i* bezeichneten Lumen in Fig. 46 und dem mit *oe* bezeichneten in Fig. 48 liegt die Zellenplatte (*zp*) Fig. 47 trennend dazwischen. In Fig. 50 ist der Darm (*i*) durch das mesodermale Blatt (*mz*) scharf abgesetzt. Obj. 8, Ok. I.

Fig. 51 u. 52. Längsschnitte durch das Polypid; so geführt, daß alle Abschnitte desselben getroffen sind. Obj. 6a, Ok. III und Obj. 8, Ok. I.

Fig. 53. Der Schnitt ist senkrecht zur Längsachse geführt und trifft den obern Rand des Ösophagus (*oe*) und das Ganglion (*G*). $^1/_{16}$ Öl., Ok. I.

Fig. 54. Längsschnitt durch die Tentakelkrone und den Ösophagus einer Form, ähnlich der Fig. 58. Obj. 6a, Ok. III.

Fig. 55, s. Erklärung bei Tafel 5.

Fig. 59. Querschnitt. Das Cystid enthält 2 Polypidanlagen und ist durch Verschmelzung zweier Cystide entstanden. Obj. IV, Ok. III.

Tafel 5.

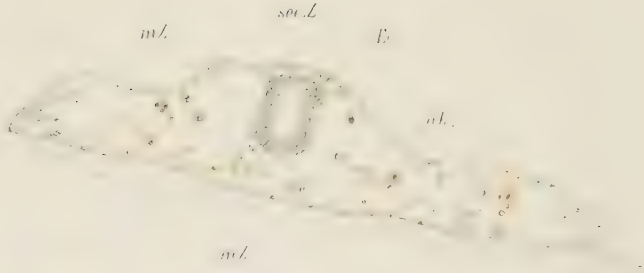
Fig. 56—58. Totalbilder. Sie zeigen ebenso wie Fig. 55 die allmähliche Ausbildung des Darmes und die allgemeinen Veränderungen in der äußern Form. Obj. 6a, Ok. 1. An Fig. 57 u. 58 bereits Auftreten der ersten Knospen (*pk*).

Lebenslauf.

Geboren am 13. August 1880 als Sohn des Kgl. Betriebs-Ingenieurs Max Zschiesche, studierte ich nach Erlangung des Primazeugnisses des Realgymnasiums zum Zwinger in Breslau und nach kurzer Tätigkeit in der Adlerapotheke zu Schweidnitz von Ostern 1901 bis Ostern 1903 Veterinärmedizin an der Tierärztlichen Hochschule zu Berlin und bestand Herbst 1902 daselbst die naturwissenschaftliche Vorprüfung. Im Sommersemester 1903 studierte ich an der Tierärztlichen Hochschule in München, kehrte dann Winter dieses Jahres wieder nach Berlin zurück und bestand Sommer 1905 das Staatsexamen als Tierarzt. Schon während meines zweiten Berliner Aufenthaltes wendete ich mich den Naturwissenschaften zu und hörte Philosophie und naturwissenschaftliche Vorlesungen während mehrerer Semester an der Universität Berlin. Meine Studien setzte ich von Oktober 1905 bis Ostern 1908 an der Universität Rostock fort.

Lith Anst v E A Funke Leipzig

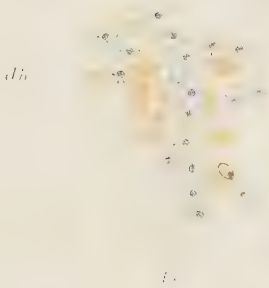
28.



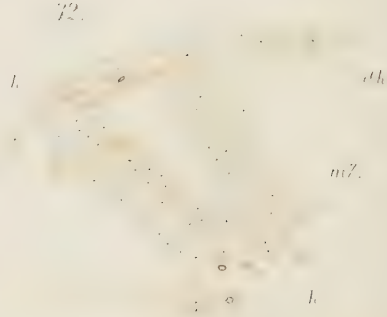
29.

30.

31.



32.

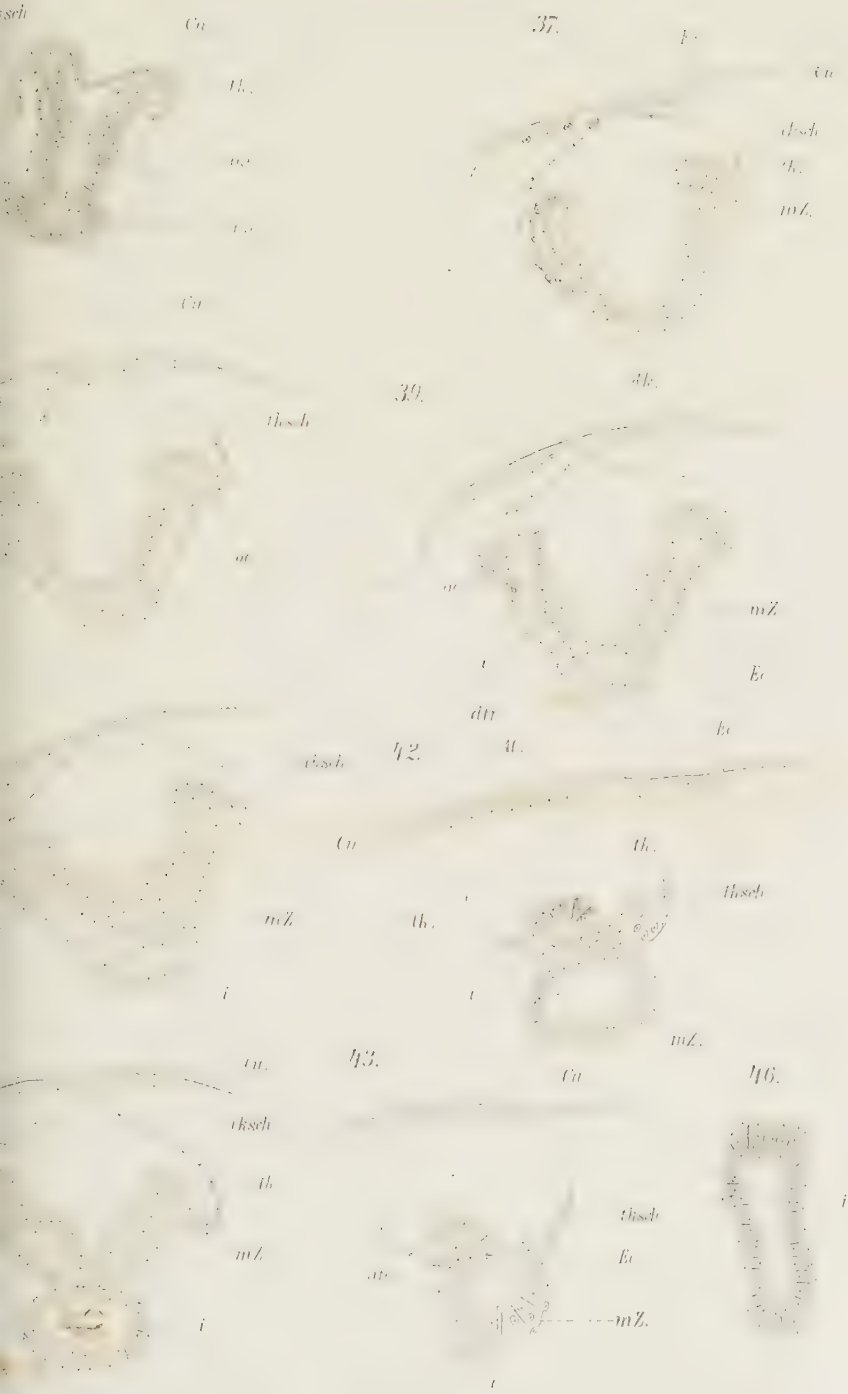


33.

34.

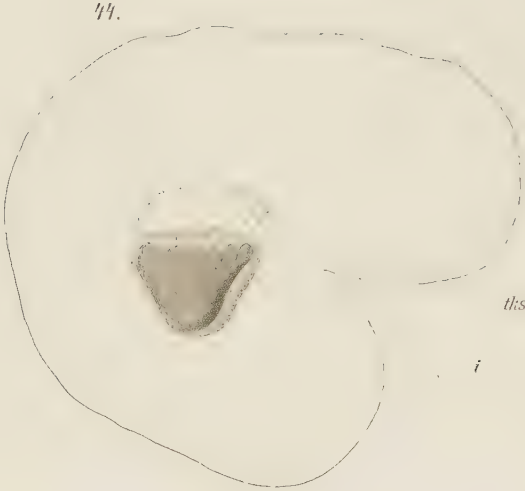
35.

Zschiesche



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

44.



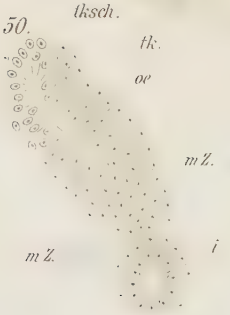
45.

47.

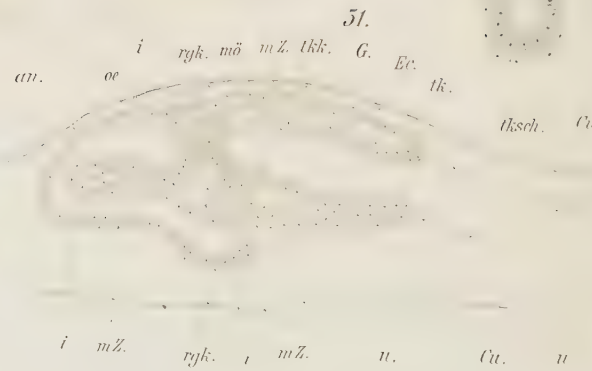
48.

49.

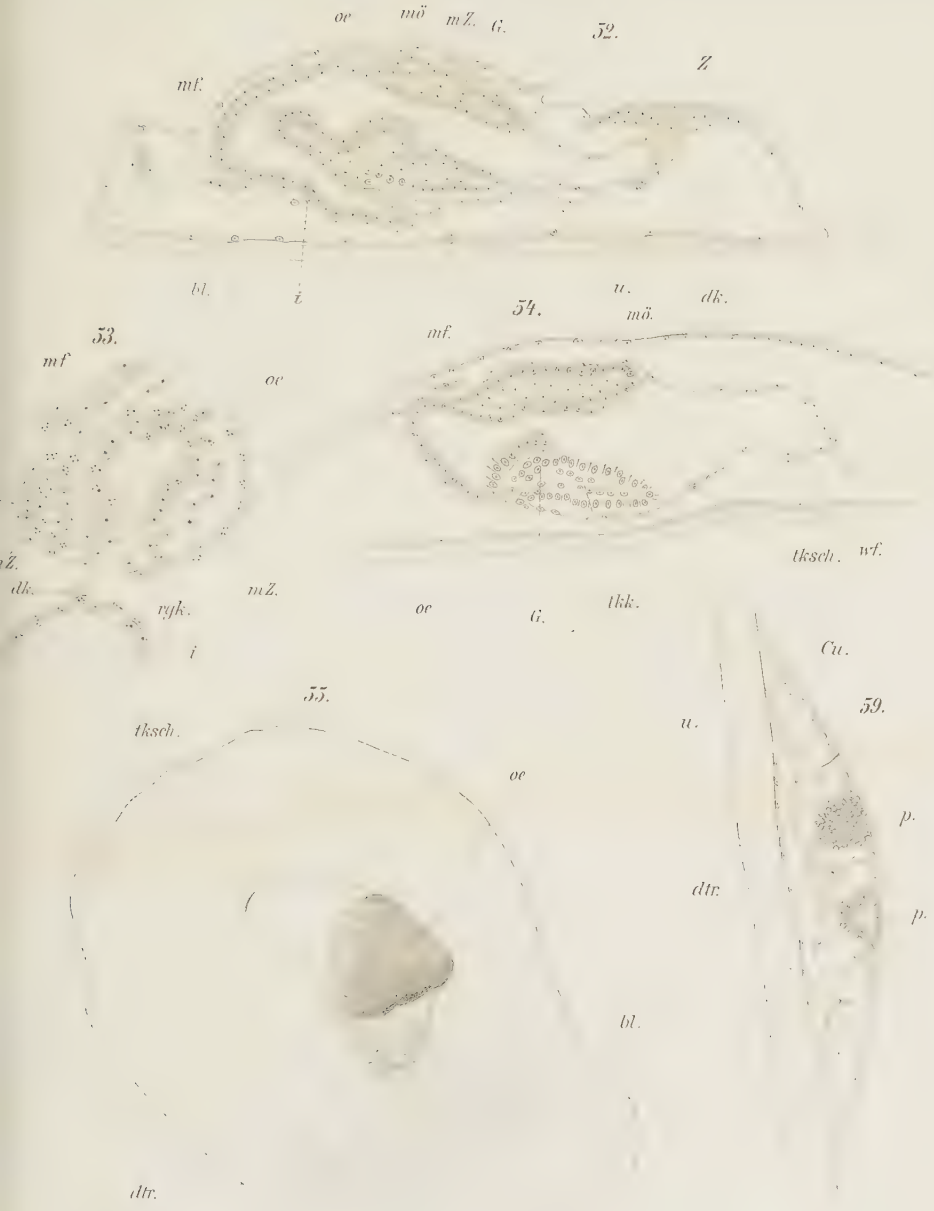
50.



51.



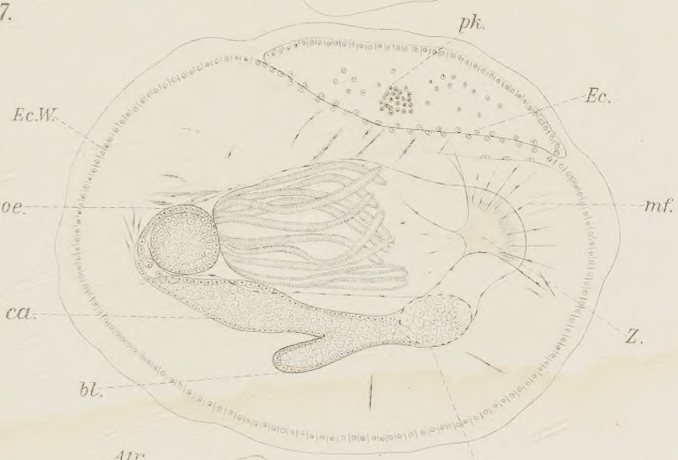
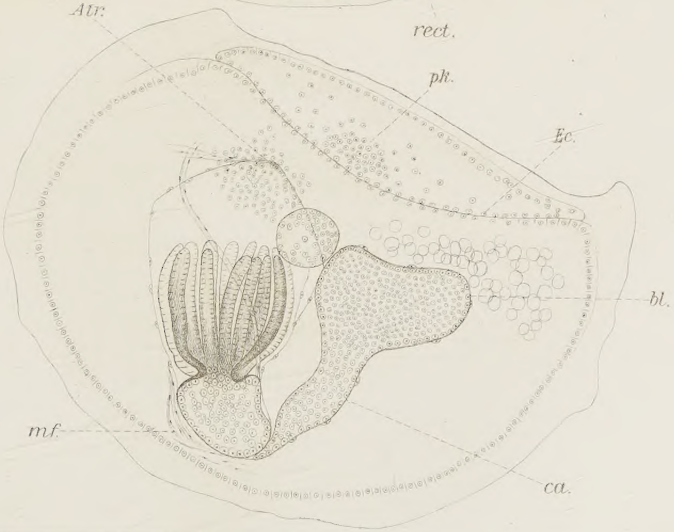
Zschiesche.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

56.

57.



58.